



TUGAS AKHIR - SS 141501

# **PENERAPAN REGRESI *TIME SERIES*, ARIMAX DAN FFNN UNTUK PERAMALAN ARUS UANG KARTAL DI KANTOR PERWAKILAN BANK INDONESIA WILAYAH SULAWESI**

AULIA MASYITHA  
NRP 1311 100 085

Dosen Pembimbing  
Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S.  
Co Pembimbing  
Dr. Suhartono, S.Si, M.Sc.

Program Studi S1 Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR - SS 141501

**PENERAPAN REGRESI *TIME SERIES*, ARIMAX  
DAN FFNN UNTUK PERAMALAN ARUS UANG  
KARTAL DI KANTOR PERWAKILAN BANK  
INDONESIA WILAYAH SULAWESI**

AULIA MASYITHA  
NRP 1311 100 085

Dosen Pembimbing  
Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S.  
Co Pembimbing  
Dr. Suhartono, S.Si, M.Sc.

Program Studi S1 Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



**FINAL PROJECT - SS 141501**

**APPLICATION OF TIME SERIES REGRESSION,  
ARIMAX, AND FFNN FOR CURRENCY FLOW  
FORECASTING IN BANK INDONESIA REGIONAL  
SULAWESI REPRESENTATIVE OFFICE**

**AULIA MASYITHA**  
**NRP 1311 100 085**

**Supervisor**  
**Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S.**  
**Co. Supervisor**  
**Dr. Suhartono, S.Si, M.Sc.**

**Undergraduate Programme of Statistics**  
**Fakulty Mathematics and Natural Science**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2015**

## LEMBAR PENGESAHAN

**PENERAPAN REGRESI *TIME SERIES*, ARIMAX DAN  
FFNN UNTUK PERAMALAN ARUS UANG KARTAL DI  
KANTOR PERWAKILAN BANK INDONESIA WILAYAH  
SULAWESI**

### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan  
Program Studi S-1 Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**AULIA MASYITHA  
NRP. 1311 100 085**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

**Dr. Agus Suharsono, M.S.  
NIP. 19580823 198403 1 003**

**Dr. Suhartono, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19710929 199512 1 001**

Mengetahui  
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

**Dr. Muhammad Mashuri, MT  
NIP. 19620408 198701 1 001**

**JURUSAN  
SURABAYA, JULI 2015**

# **PENERAPAN REGRESI *TIME SERIES*, ARIMAX DAN FFNN UNTUK PERAMALAN ARUS UANG KARTAL DI KANTOR PERWAKILAN BANK INDONESIA WILAYAH SULAWESI**

**Nama** : Aulia Masyitha  
**NRP** : 1311100085  
**Jurusan** : Statistika FMIPA-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S.  
**Co-Pembimbing** : Dr. Suhartono, S.Si., M.Si.

## **ABSTRAK**

*Bank Indonesia dalam melaksanakan tugas mengatur dan menjaga kelancaran sistem pembayaran berwenang dalam pengelolaan uang kartal yang meliputi perencanaan, pengeluaran (outflow), pengedaran, pencabutan dan penarikan (inflow) uang kartal. Outflow dan inflow uang kartal ada kecenderungan dipengaruhi oleh efek variasi kalender, sehingga metode peramalan yang dapat digunakan adalah regresi time series dan ARIMAX dengan efek variasi kalender. Data outflow dan inflow ada kemungkinan memiliki pola non linier sehingga metode peramalan yang dapat digunakan adalah FFNN. Kriteria pemilihan model terbaik didasarkan pada RMSE out sample. Tujuan dari penelitian ini adalah meramalkan outflow dan inflow uang kartal di Kantor perwakilan Bank Indonesia wilayah Sulawesi menggunakan metode ARIMA, regresi time series, ARIMAX, dan FFNN. Berdasarkan kriteria RMSE out sample diperoleh model ARIMA sebagai model terbaik untuk meramalkan outflow uang kartal di Sulawesi Selatan dan Inflow uang kartal di Sulawesi Tengah, model regresi time series merupakan model terbaik untuk meramalkan outflow uang kartal di Sulawesi Tengah, model FFNN merupakan model terbaik untuk inflow uang kartal di Sulawesi Selatan serta outflow dan inflow uang kartal di Sulawesi Utara dan Sulawesi Tenggara.*

**Kata Kunci** : ARIMAX, FFNN, Inflow, Outflow, Regresi Time Series, RMSE, Uang kartal.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**APPLICATION OF TIME SERIES REGRESSION,  
ARIMAX, AND FFNN FOR CURRENCY FLOW  
FORECASTING IN BANK INDONESIA REGIONAL  
SULAWESI REPRESENTATIVE OFFICE**

**Name** : Aulia Masyitha  
**NRP** : 1311100085  
**Department** : Statistics FMIPA-ITS  
**Supervisor** : Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S.  
**Co. Supervisor** : Dr. Suhartono, S.Si., M.Si.

**ABSTRACT**

*Bank Indonesia in implementing the tasks of regulating and safeguarding the smooth and efficient operation of the payment systems, authorized in the management of currency which includes planning, outflow, distribution, revocation and inflow. Outflow and inflow of currency there is a trend influenced by the effects of calendar variations, so the forecasting methods that can be used is a time series regression and ARIMAX with calendar variations effect. Data outflow and inflow is likely to have a non linear pattern so that the forecasting methods that can be used is FFNN. Criteria for selecting the best model based on the RMSE out sample. The purpose of this research is to predict the outflow and inflow of currency in Bank Indonesia representative office Sulawesi using ARIMA, regression time series, ARIMAX, and FFNN. Based on the criteria RMSE out sample obtained ARIMA model as a best model to predict the outflow of currency in South Sulawesi and Inflow currency in Central Sulawesi, time series regression model is the best model to predict the outflow of currency in Central Sulawesi, FFNN the model is the best model for the inflow currency in South Sulawesi as well as the outflow and inflow of currency in North Sulawesi and Southeast Sulawesi.*

**Keywords** : ARIMAX, Currency, FFNN, Inflow, Outflow, RMSE, Time Series Regression.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah Swt. atas segala limpahan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul

### **“Penerapan Regresi *Time Series*, ARIMAX dan FFNN Untuk Peramalan Arus Uang Kartal di Kantor Perwakilan Bank Indonesia Wilayah Sulawesi”**

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan maupun dukungan dari berbagai pihak yang telah terlibat baik secara langsung maupun tidak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S. serta Dr. Suhartono, S.Si, M.Sc selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang dengan sabar telah memberikan banyak masukan serta pengarahan yang sangat bermanfaat bagi penulis.
2. Bapak Dr. Setiawan, M.Si dan Bapak Imam S. Achmad, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan arahan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, M.T selaku Ketua Jurusan Statistika yang telah memberikan banyak fasilitas, sarana dan prasarana sehingga memperlancar penyelesaian Tugas Akhir yang penulis kerjakan.
4. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, M.T selaku Ketua Program Studi S1 Statistika ITS yang membantu secara administrasi dalam proses penyusunan Tugas Akhir.
5. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T. selaku dosen wali selama masa perkuliahan yang telah banyak memberikan saran dan arahan dalam proses belajar di Jurusan Statistika ITS.
6. Seluruh dosen dan karyawan di lingkungan Jurusan Statistika ITS yang telah memberikan banyak ilmu, pengalaman dan

bantuan kepada penulis selama menempuh proses perkuliahan.

7. Bapak dan Ibu tercinta, Adik Tito, beserta keluarga besar yang tak henti-hentinya memberikan doa, dukungan, dan semangat untuk kesuksesan penulis.
8. Teman-teman terbaik yang selalu mendukung dan berbagi suka maupun duka selama menjalani masa perkuliahan, Irma, Fitri, Ratih, Kikik, Brian, dan Indi, yang juga selalu memberikan doa dan semangat bagi penulis.
9. Rekan seperjuangan dari Lab. Statistika Bisnis dan Ekonomi, Ratna, Nunun, Yulia, Noorgam, Ify, Bernadeta, Purwa, Zul, Denni, Indah, dan teman-teman lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang senantiasa berbagi ilmu dan motivasi kepada penulis.
10. Teman-teman Statistika ITS angkatan 2011 yang telah memberikan pengalaman dan kebersamaan yang sangat berharga.
11. Semua pihak yang telah memberikan bantuan maupun dukungan yang tidak dapat disebutkan satu per satu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Kritik dan saran yang membangun selalu penulis harapkan guna perbaikan di masa yang akan datang sehingga hasil dari Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Masalah .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Uang .....	7
2.2 Statistika Deskriptif.....	8
2.3 Model <i>Autoregressive Integrated Moving</i> <i>Average</i> (ARIMA) .....	9
2.4 Identifikasi Model ARIMA.....	10
2.5 Estimasi Parameter ARIMA .....	13
2.6 Regresi <i>Time Series</i> .....	16
2.7 Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender.....	17
2.8 Uji Signifikansi Parameter .....	18
2.9 Uji Residual <i>White Noise</i> .....	18
2.10 ji Distribusi Normal .....	19
2.11 Identifikasi <i>Outlier</i> .....	19
2.12 <i>Artificial Neural Network</i> (ANN).....	20
2.13 <i>Feedforward Neural Network</i> (FFNN).....	21

2.14 Uji Nonlinier .....	22
2.15 Kriteria Keباian Model .....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Sumber Data .....	25
3.2 Variabel Penelitian .....	25
3.3 Langkah Penelitian .....	26
3.4 Diagram Alir .....	28
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Karakteristik <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal .....	33
4.2 Pemodelan <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal dengan ARIMA .....	40
4.2.1 Identifikasi Model <i>Time Series</i> .....	40
4.2.2 Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter .....	42
4.2.3 Pengujian Diagnostik .....	44
4.2.4 Peramalan Data <i>Out Sample</i> .....	46
4.3 Penentuan Variabel <i>Dummy</i> .....	47
4.4 Pemodelan <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal dengan Regresi <i>Time Series</i> .....	48
4.5 Pemodelan ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender Terhadap <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal .....	57
4.6 Perbandingan Hasil Pemodelan <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi .....	62
4.7 Pemodelan FFNN Terhadap <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi .....	63
4.8 Pemilihan Model Terbaik .....	69
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>75</b>
5.1 Kesimpulan .....	75
5.2 Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>81</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Bentuk Transformasi Box-Cox dengan Nilai $\lambda$ yang Berbeda .....	11
Tabel 2.2 Bentuk ACF dan PACF untuk Model ARIMA Non Musiman .....	13
Tabel 2.3 Bentuk ACF dan PACF untuk Model ARIMA Musiman .....	13
Tabel 3.1 Variabel Penelitian .....	25
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Outflow dan Inflow di Sulawesi (Triliun) .....	33
Tabel 4.2 Rata-Rata Outflow dan Inflow Uang Kartal Tiap Bulan (Triliun) .....	34
Tabel 4.3 Tanggal Idul Fitri Tahun 2003-2014.....	37
Tabel 4.4 Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMA Pada Data Sulawesi Selatan.....	43
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Ljung-Box Residual White Noise Model ARIMA Pada Data Sulawesi Selatan .....	44
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Normalitas Residual Model ARIMA .....	45
Tabel 4.7 Nilai RMSE dari Model ARIMA.....	46
Tabel 4.8 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi Time Series untuk Data Outflow Uang Kartal di Sulawesi Selatan .....	49
Tabel 4.9 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi Time Series untuk Data Outflow Uang Kartal di Sulawesi Selatan dengan Tambahan Lag.....	50
Tabel 4.10 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi Time Series untuk Data Inflow Uang Kartal di Sulawesi Selatan dengan Tambahan Lag .....	52

Tabel 4.11	Hasil Pengujian Ljung-Box Residual White Noise Model Regresi Time Series Pada Data Sulawesi Selatan.....	53
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Normalitas Residual Model Regresi Time Series .....	54
Tabel 4.13	Hasil Pengujian Ljung-Box Residual White Noise Model Regresi Time Series dengan Penambahan Outlier .....	55
Tabel 4.14	ACF Residual Model Regresi Time Series dengan Tambahan Outlier untuk Data Inflow Sulawesi Utara .....	55
Tabel 4.15	Hasil Pengujian Normalitas Residual Model Regresi Time Series dengan Penambahan Outlier...	56
Tabel 4.16	Nilai RMSE dari Model Regresi Time Series.....	57
Tabel 4.17	Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX untuk Data <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Selatan.....	58
Tabel 4.18	Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX untuk Data <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Selatan.....	59
Tabel 4.19	Hasil Pengujian Ljung-Box Residual <i>White Noise</i> ..	60
Tabel 4.20	Hasil Pengujian Normalitas Residual Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender .....	61
Tabel 4.21	Nilai RMSE dari Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender .....	62
Tabel 4.22	Model Terbaik dari Pemodelan ARIMA, Regresi <i>Time Series</i> , dan ARIMAX.....	63
Tabel 4.23	Hasil Uji Nonlinieritas .....	64
Tabel 4.24	Nilai RMSE dari Model FFNN <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Selatan .....	64
Tabel 4.25	Nilai RMSE dari Model FFNN <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Selatan .....	67
Tabel 4.26	Perbandingan RMSE Model .....	71

Tabel 4.27	Model Terbaik.....	71
Tabel 4.28	Hasil Ramalan <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Selatan Tahun 2015 .....	72

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan FFNN .....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Secara Keseluruhan .....	28
Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Regresi <i>Time Series</i> .....	29
Gambar 3.3 Diagram Alir Metode Variasi Kalender .....	30
Gambar 3.4 Diagram Alir Metode FFNN .....	31
Gambar 4.1 <i>Time Series Plot</i> Data <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal .....	35
Gambar 4.2 <i>Boxplot</i> Data <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal 2003-2014 .....	38
Gambar 4.3 Rata-Rata Uang Kartal Sebelum, Saat, dan Setelah Idul Fitri a) <i>Outflow</i> di Sulawesi Selatan b) <i>Inflow</i> di Sulawesi Selatan .....	39
Gambar 4.4 Plot Box-Cox Data di Sulawesi Selatan .....	41
Gambar 4.5 Plot ACF Data di Sulawesi Selatan a) <i>Outflow</i> b) <i>Inflow</i> .....	41
Gambar 4.6 Plot ACF dan PACF Data di Sulawesi Selatan a) Plot ACF <i>Outflow</i> b) Plot PACF <i>Outflow</i> c) Plot ACF <i>Inflow</i> d) Plot PACF <i>Inflow</i> .....	42
Gambar 4.7 Plot ACF Residual dari Model Regresi <i>Time</i> <i>Series</i> .....	50
Gambar 4.8 Struktur Jaringan Model FFNN untuk <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Selatan .....	66
Gambar 4.9 Struktur Jaringan Model FFNN untuk <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Selatan .....	69
Gambar 4.10 Plot Data Aktual dan Hasil Ramalan Uang Kartal	70
Gambar 4.11 Plot Hasil Ramalan Uang Kartal di Sulawesi Selatan Tahun 2015 a) <i>Outflow</i> dan b) <i>Inflow</i> .....	73

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1 Data <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi (Triliun) .....	81
Lampiran 2 Syntax SAS untuk ARIMA .....	82
Lampiran 3 Syntax SAS untuk ARIMA .....	83
Lampiran 4 Rata-Rata <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal Sebelum, Saat, dan Setelah Idul Fitri .....	84
Lampiran 5 Plot Box-Cox Data <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> .....	85
Lampiran 6 Plot ACF Data <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> .....	86
Lampiran 7 Plot ACF dan PACF Data <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Setelah <i>Differencing</i> .....	87
Lampiran 8 Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMA Sulawesi Tengah .....	89
Lampiran 9 Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMA Sulawesi Utara .....	90
Lampiran 10 Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMA Sulawesi Tenggara .....	91
Lampiran 11 Hasil Pengujian Ljung-Box Residual <i>White Noise</i> Model ARIMA .....	92
Lampiran 12 Persamaan Matematis Model ARIMA <i>Outflow</i> Uang Kartal Sulawesi Selatan .....	92
Lampiran 13 Persamaan Matematis Model ARIMA <i>Inflow</i> Uang Kartal Sulawesi Selatan .....	93
Lampiran 14 Persamaan Matematis Model ARIMA <i>Outflow</i> Uang Kartal Sulawesi Tengah.....	93
Lampiran 15 Persamaan Matematis Model ARIMA <i>Inflow</i> Uang Kartal Sulawesi Tengah.....	93
Lampiran 16 Persamaan Matematis Model ARIMA <i>Outflow</i> Uang Kartal Sulawesi Utara .....	93

Lampiran 17 Persamaan Matematis Model ARIMA <i>Inflow</i> Uang Kartal Sulawesi Utara.....	94
Lampiran 18. Persamaan Matematis Model ARIMA <i>Outflow</i> Uang Kartal Sulawesi Tenggara.....	94
Lampiran 19 Persamaan Matematis Model ARIMA <i>Inflow</i> Uang Kartal Sulawesi Tenggara.....	94
Lampiran 20 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi <i>Time Series</i> untuk Data <i>Outflow</i> Uang Kartal Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag.....	95
Lampiran 21 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi <i>Time Series</i> untuk Data <i>Outflow</i> Uang Kartal Sulawesi Utara dengan Tambahan Lag.....	95
Lampiran 22 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi <i>Time Series</i> untuk Data <i>Outflow</i> Uang Kartal Sulawesi Tenggara dengan Tambahan Lag.....	96
Lampiran 23 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi <i>Time Series</i> untuk Data <i>Inflow</i> Uang Kartal Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag.....	96
Lampiran 24 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi <i>Time Series</i> untuk Data <i>Inflow</i> Uang Kartal Sulawesi Utara dengan Tambahan Lag.....	97
Lampiran 25 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi <i>Time Series</i> untuk Data <i>Inflow</i> Uang Kartal Sulawesi Tenggara dengan Tambahan Lag.....	97
Lampiran 26 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi <i>Time Series Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag dan <i>Outlier</i> .....	98
Lampiran 27 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi <i>Time Series Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag dan <i>Outlier</i> .....	98

Lampiran 28 Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi <i>Time Series Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Utara dengan Tambahan Lag dan <i>Outlier</i> .....	99
Lampiran 29 Persamaan Matematis Model Regresi <i>Time Series</i> <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tengah .....	100
Lampiran 30 Persamaan Matematis Model Regresi <i>Time Series</i> <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tengah.....	100
Lampiran 31 Persamaan Matematis Model Regresi <i>Time Series</i> <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Utara .....	101
Lampiran 32 Persamaan Matematis Model Regresi <i>Time Series</i> <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Utara.....	101
Lampiran 33 Persamaan Matematis Model Regresi <i>Time Series</i> <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tenggara.....	101
Lampiran 34 Persamaan Matematis Model Regresi <i>Time Series</i> <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tenggara .....	101
Lampiran 35 Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX <i>Outflow</i> uang Kartal di Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag dan <i>Outlier</i> .....	102
Lampiran 36 Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX <i>Inflow</i> uang Kartal di Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag dan <i>Outlier</i> .....	103
Lampiran 37 Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX <i>Outflow</i> uang Kartal di Sulawesi Utara dengan Tambahan Lag dan <i>Outlier</i> .....	104
Lampiran 38 Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX <i>Inflow</i> uang Kartal di Sulawesi Utara dengan Tambahan Lag dan <i>Outlier</i> .....	105
Lampiran 39 Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX <i>Outflow</i> uang Kartal di Sulawesi Tenggara dengan Tambahan Lag dan <i>Outlier</i> .....	106

Lampiran 40 Persamaan Matematis Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender untuk <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tengah .....	106
Lampiran 41 Persamaan Matematis Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender untuk <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tengah .....	106
Lampiran 42 Persamaan Matematis Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender untuk <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Utara .....	107
Lampiran 43 Persamaan Matematis Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender untuk <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Utara .....	107
Lampiran 44 Persamaan Matematis Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender untuk <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Utara .....	107
Lampiran 45 Hasil Pemodelan FFNN <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tengah .....	108
Lampiran 46 Hasil Pemodelan FFNN <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tengah .....	111
Lampiran 47 Hasil Pemodelan FFNN <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Utara .....	112
Lampiran 48 Hasil Pemodelan FFNN <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Utara .....	114
Lampiran 49 Hasil Pemodelan FFNN <i>Outflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tenggara .....	118
Lampiran 50 Hasil Pemodelan FFNN <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tenggara .....	120
Lampiran 51 Plot Data Aktual dan hasil Ramalan <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi .....	123
Lampiran 52 RMSE Adaptif <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi .....	124

Lampiran 53 Hasil Ramalan <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tahun 2015 .....	125
Lampiran 54 Plot Hasil Ramalan <i>Outflow</i> dan <i>Inflow</i> Uang Kartal di Sulawesi Tahun 2015 .....	126

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Bank Indonesia sebagai bank sentral merupakan suatu lembaga negara yang independen dalam melaksanakan tugas dan wewenangnya, bebas dari campur tangan Pemerintah dan/atau pihak lain, kecuali untuk hal-hal yang telah diatur dalam undang-undang. Bank Indonesia mempunyai otonomi penuh dalam merumuskan dan melaksanakan setiap tugas dan wewenangnya sebagaimana ditentukan dalam undang-undang tersebut (Bank Indonesia, 2015a).

Sebagai bank sentral, Bank Indonesia mempunyai satu tujuan tunggal, yaitu mencapai dan memelihara kestabilan nilai rupiah. Kestabilan nilai rupiah ini mengandung dua aspek, yaitu kestabilan nilai mata uang terhadap barang dan jasa, serta kestabilan terhadap mata uang negara lain. Untuk mencapai tujuan yang ditetapkan, Bank Indonesia mengemban dua tugas, yaitu yang pertama menetapkan dan melaksanakan kebijakan moneter. Tugas Bank Indonesia yang kedua adalah mengatur dan menjaga kelancaran sistem pembayaran (Bank Indonesia, 2015b).

Dalam melaksanakan tugas mengatur dan menjaga kelancaran sistem pembayaran, Bank Indonesia berwenang melakukan pengelolaan uang kartal yang meliputi beberapa di antaranya perencanaan, pengeluaran (*outflow*), pengedaran, pencabutan dan penarikan (*inflow*) uang kartal (Bank Indonesia, 2012). Untuk menentukan perencanaan terhadap *outflow* dan *inflow* dari uang kartal dapat digunakan salah satu ilmu statistika yaitu peramalan. Bank Indonesia dalam pengedaran uang memiliki beberapa kantor wilayah yang tersebar di Indonesia. Kebutuhan uang Rupiah di setiap kantor Bank Indonesia didasarkan pada jumlah persediaan, keperluan pembayaran, penukaran dan penggantian uang selama jangka waktu tertentu.

Di wilayah Sulawesi, peredaran uang diatur oleh Bank Indonesia di masing-masing provinsi yaitu Provinsi Sulawesi

Selatan, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara. Sedangkan pengedaran uang di Provinsi Gorontalo masih menjadi satu dengan Provinsi Sulawesi Utara, begitu juga dengan Provinsi Sulawesi Barat yang masih menjadi satu dengan Provinsi Sulawesi Tengah. Laju pertumbuhan ekonomi di Pulau Sulawesi pada tahun 2014 adalah sebesar 6,88 persen. Jika dibandingkan pulau-pulau besar yang lain di Indonesia, Pulau Sulawesi memiliki laju pertumbuhan ekonomi tertinggi. Selain itu Pulau Sulawesi juga merupakan penyumbang terbesar ketiga laju pertumbuhan ekonomi di Indonesia pada tahun 2014 (Badan Pusat Statistik, 2015). Pada Desember 2014, Pulau Sulawesi menyumbangkan 7,07% *outflow* nasional. Sedangkan *inflow* dari Pulau Sulawesi pada bulan Desember 2014 memberikan sumbangan terbesar ketiga setelah Pulau Jawa dan Sumatera terhadap *inflow* Nasional.

Pada tahun 2014, Sulawesi Barat merupakan provinsi dengan pertumbuhan ekonomi tertinggi di Indonesia. Selanjutnya diikuti oleh Sulawesi Selatan, Gorontalo, Sulawesi Utara, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Tengah. Pertumbuhan ekonomi semua Provinsi di Sulawesi berada di atas nasional. Hal ini menunjukkan adanya perekonomian yang membaik. Beberapa potensi dari tiap provinsi di Sulawesi juga memberikan peran terhadap pertumbuhan ekonomi ini. Salah satu potensi dari Pulau Sulawesi adalah di bidang pertambangan, beberapa di antaranya pertambangan batu bara dan besi di Sulawesi Selatan, emas di Sulawesi Utara, nikel di Sulawesi Tenggara, dan aspal di Pulau Buton Sulawesi Tenggara. Hasil dari pertanian dan perkebunan di Sulawesi pun juga memberikan pengaruh terhadap perekonomian di Sulawesi, beberapa di antaranya hasil dari kakao, beras, dan kopi. Pertumbuhan dari potensi pertambangan, pertanian, perkebunan, kelautan, dan lainnya tentunya juga akan mempengaruhi peredaran uang di Sulawesi. Oleh karena itu pertumbuhan ekonomi ini harus diikuti dengan rencana pekiraan banyaknya *ouflow* dan *inflow* uang kartal pada Bank Indonesia

pada setiap bulannya di Sulawesi untuk menjaga stabilitas nilai rupiah.

Menurut Ulumiyah (2012), penelitian dan pemodelan jumlah uang beredar dipandang perlu untuk memberikan estimasi dan prediksi tingkat jumlah uang beredar di masa yang akan datang. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk peramalan. Metode yang selama ini digunakan oleh Bank Indonesia untuk memprediksikan jumlah *outflow* dan *inflow* uang kartal adalah metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Pengaruh dari adanya hari raya Idul Fitri di Pulau Sulawesi dengan penduduk di masing-masing provinsi yang mayoritas beragama islam, juga dapat menyebabkan kecenderungan untuk naiknya nilai *outflow* dan *inflow* uang kartal. Selain itu pergerakan hari raya Idul Fitri pada setiap tahun yang bergerak maju sebanyak sebelas hari menunjukkan adanya variasi kalender dalam model.

Penelitian yang menggunakan ARIMAX dengan variasi kalender adalah penelitian Wulansari dan Suhartono (2014). Dalam penelitiannya, ARIMAX dengan variasi kalender digunakan untuk meramalkan *netflow* uang kartal per bulan di Indonesia dimana terdapat hari raya idul fitri. Karomah dan Suhartono juga melakukan peramalan *netflow* uang kartal menggunakan model variasi kalender dan *Autoregressive Distributed Lag*. Hasil dari kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa efek hari raya idul fitri berpengaruh signifikan pada *netflow* uang kartal. Suhartono, Lee, dan Hamzah (2010) meramalkan penjualan bulanan pakaian muslim anak laki-laki di Indonesia menggunakan ARIMAX dengan variasi kalender dan membandingkannya dengan model lain. Dari hasil penelitiannya didapatkan model terbaik adalah model ARIMAX dengan efek variasi kalender dibandingkan dengan model lainnya.

Selain ARIMAX, metode peramalan yang dapat digunakan adalah regresi *time series*. Penelitian yang menggunakan regresi *time series* adalah penelitian Wijiyanto, Kusrini, dan Irhamah (2012) tentang peramalan nilai kontrak

konstruksi PT 'X'. Hasil dari penelitian tersebut adalah sebuah model regresi *time series* yang memodelkan keterkaitan PDB Konstruksi Nasional untuk meramalkan nilai kontrak konstruksi. Model yang didapat menunjukkan bahwa nilai kontrak saat ini dipengaruhi oleh PDB konstruksi dan nilai kontrak dua tahun yang lalu. Lee, Suhartono, dan Hamzah juga meramalkan penjualan bulanan pakaian muslim anak laki-laki di Indonesia menggunakan regresi *time series*.

*Artificial Neural Network* (ANN) dapat digunakan sebagai cara lain untuk meramalkan di bidang ekonomi. Kelebihan ANN sebagai metode peramalan adalah mampu untuk mengatasi pemodelan data nonlinier, tidak memiliki asumsi tentang sebaran data, mampu mengatasi berbagai pola data *time series*, kasus data *noisy*, *missing data*, dan ketidakstasioneran pada data. Salah satu metode ANN yang dapat digunakan dalam penelitian ini adalah *Feedforward Neural Network* (FFNN). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode ANN mendapatkan hasil yang lebih baik. Penelitian yang dilakukan oleh Machmudin dan Ulama (2012) tentang peramalan temperatur udara di Kota Surabaya menggunakan metode ARIMA dan ANN dengan pendekatan FFNN menunjukkan hasil bahwa ANN memberikan model yang cukup baik dibandingkan dengan ARIMA. Penelitian di luar negeri yang juga membandingkan metode ARIMA musiman dan ANN adalah penelitian yang dilakukan oleh Seabri (2013) tentang peramalan konsumsi air rumah tangga di Tunisia yang menghasilkan model ANN yang secara signifikan lebih akurat dan lebih mendekati dengan data aktual.

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan dalam memodelkan data *time series*, namun dalam penggunaannya harus disesuaikan dengan karakteristik serta variabel yang ada sehingga diperoleh model yang terbaik. Sehingga untuk mendapatkan model terbaik dapat dilakukan perbandingan dari beberapa metode. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan

ARIMAX, regresi *time series* dan *Feedforward Neural Network* (FFNN).

## 1.2 Rumusan Masalah

Bank Indonesia dalam melaksanakan tugas mengatur dan menjaga kelancaran sistem pembayaran memiliki wewenang dalam pengelolaan uang kartal yang meliputi beberapa di antaranya perencanaan, pengeluaran (*outflow*), pagedaran, pencabutan dan penarikan (*inflow*) uang kartal. Peramalan *outflow* dan *inflow* dari uang kartal di masa yang akan datang perlu dilakukan sebagai bahan perencanaan pengeluaran dan penarikan uang kartal yang dilakukan oleh Bank Indonesia. Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik data *outflow* dan *inflow* uang kartal bulanan di Bank Indonesia wilayah Sulawesi?
2. Bagaimana bentuk model ARIMAX, regresi *time series*, dan *Feedforward Neural Network* (FFNN) untuk memprediksi *outflow* dan *inflow* uang kartal bulanan di Bank Indonesia wilayah Sulawesi?
3. Bagaimana model terbaik untuk memprediksi *outflow* dan *inflow* uang kartal bulanan di Bank Indonesia wilayah Sulawesi?
4. Bagaimana hasil prediksi *outflow* dan *inflow* uang kartal bulanan di Bank Indonesia wilayah Sulawesi pada tahun 2015?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik data *outflow* dan *inflow* uang kartal bulanan di Bank Indonesia wilayah Sulawesi?
2. Mengetahui bentuk model ARIMAX, regresi *time series*, dan *Feedforward Neural Network* (FFNN) untuk memprediksi

*outflow* dan *inflow* uang kartal bulanan di Bank Indonesia wilayah Sulawesi?

3. Mengetahui model terbaik untuk memprediksi *outflow* dan *inflow* uang kartal bulanan di Bank Indonesia wilayah Sulawesi?
4. Mengetahui hasil prediksi *outflow* dan *inflow* uang kartal bulanan di Bank Indonesia wilayah Sulawesi pada tahun 2015?

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin didapatkan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model peramalan yang lebih baik untuk meramalkan *outflow* dan *inflow* uang kartal di Bank Indonesia wilayah Sulawesi yang nantinya dapat digunakan sebagai salah satu penentu pengambilan kebijakan moneter oleh Bank Indonesia.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Ruang lingkup dalam penelitian ini dibatasi hanya pada *outflow* dan *inflow* uang kartal di Bank Indonesia wilayah Sulawesi. Data yang digunakan adalah data bulanan dengan periode bulan Januari 2003 hingga Desember 2014.
2. Efek variasi kalender yang diduga mempengaruhi *outflow* dan *inflow* uang kartal adalah efek kalender Idul Fitri.
3. Variabel *input* yang digunakan untuk pemodelan ARIMAX adalah variabel *input* data non metrik.
4. Data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Tenggara yang mengandung data *missing* diatasi dengan rata-rata dari tahun sebelum dan setelahnya.
5. Deteksi outlier hanya dilakukan sampai 20 *outlier*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Penjelasan dari setiap metode yang akan digunakan dalam penelitian akan dijabarkan dalam bab tinjauan pustaka. Selain metode, dalam bab ini juga diberikan ulasan tentang uang.

#### **2.1 Uang**

Uang adalah benda yang disetujui oleh masyarakat sebagai alat perantara untuk mengadakan tukar menukar dalam perdagangan (Sukirno, 2005:192). Uang yang beredar dalam masyarakat dapat dibedakan dalam dua jenis, yaitu uang kartal dan uang giral. Uang kartal meliputi uang kertas dan uang logam yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia dan digunakan sebagai alat pembayaran yang sah di wilayah Republik Indonesia. Sedangkan uang giral merupakan saldo-saldo rekening bank yang sewaktu-waktu dapat dipakai untuk pembayaran melalui cek, giro atau surat perintah lainnya (Sugiarto *et al.*, 2000:15). Selain uang kartal dan uang giral, terdapat juga uang kuasi. Uang kuasi adalah uang yang tidak diedarkan yang terdiri dari deposito berjangka, tabungan dan rekening valuta asing milik swasta domestik (Langi, Masinambow & Siwu, 2014).

Kebutuhan uang Rupiah di setiap kantor Bank Indonesia didasarkan pada jumlah persediaan, keperluan pembayaran, penukaran dan penggantian uang selama jangka waktu tertentu. Kegiatan distribusi dilakukan melalui sarana angkutan darat, laut dan udara. Untuk menjamin keamanan jalur distribusi senantiasa dilakukan baik melalui pengawalan yang memadai maupun dengan peningkatan sarana sistem monitoring. *Outflow* uang kartal adalah uang kartal yang keluar dari Bank Indonesia melalui penarikan oleh masyarakat dan bank umum baik secara langsung, kas keliling, maupun kas titipan. Sedangkan *inflow* uang kartal adalah uang kartal yang masuk ke Bank Indonesia melalui setoran oleh masyarakat dan bank umum baik secara langsung, kas

keliling, maupun kas titipan. *Netflow* merupakan selisih antara *outflow* dan *inflow*.

## 2.2 Statistika Deskriptif

Pada tahap awal analisis data perlu diketahui karakteristik dari data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi pada periode Januari 2003 hingga 2014. Untuk mengetahui karakteristik dari data dapat digunakan statistika deskriptif. Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika deskriptif hanya memberikan gambaran secara umum dari data yang didapatkan. Informasi yang bisa didapatkan dari statistika deskriptif antara lain ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data. Ukuran pemusatan data meliputi *mean*, modus, dan median. Beberapa ukuran penyebaran data antara lain jangkauan, *varians*, dan deviasi standar. Dalam penelitian ini statistika deskriptif yang digunakan adalah *mean* untuk ukuran pemusatan data dan *varians* untuk ukuran penyebaran data. *Mean* adalah nilai rata-rata dari beberapa data pengamatan. *Mean* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Y_t \quad (2.1)$$

dengan  $Y_t$  adalah data ke -  $t$  dan  $n$  adalah banyak data.

Deviasi standar digunakan untuk mengetahui seberapa jauh persebaran nilai hasil observasi terhadap rata-rata. Rumus dari deviasi standar sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}. \quad (2.2)$$

Selain ukuran pemusatan dan penyebaran data, perlu diketahui juga ukuran kemiringan data (*skewness*) dan keruncingan data (*kurtosis*). Ukuran kemiringan data (*skewness*) digunakan untuk mengetahui kemiringan sekumpulan data dibandingkan terhadap kemiringan distribusi normal. Persamaan untuk menghitung



*skewness* yang telah diperkenalkan oleh Pearson adalah sebagai berikut:

$$Sk = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})}{S^3}. \quad (2.3)$$

Nilai  $Sk=0$  menunjukkan bahwa distribusi dari data adalah simetris dengan  $mean=median=modus$ . Koefisien *skewness* yang positif berarti bahwa distribusi dari data miring ke kanan, sebaliknya jika koefisien *skewness* negatif menunjukkan kurva miring ke kiri. Keruncingan data (kurtosis) digunakan untuk mengetahui perbandingan keruncingan data terhadap distribusi normal. Persamaan untuk menghitung kurtosis yaitu

$$Ku = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^4}{S^4} \quad (2.4)$$

dengan  $S$  adalah deviasi standar. Bentuk dari kurva normal adalah tidak mendatar dan tidak meruncing atau bisa disebut kurva *mesokurtic*. Kurva dengan bentuk distribusi puncak yang mendatar adalah kurva *platykurtic*. Sedangkan kurva dengan bentuk distribusi puncak yang tinggi adalah kurva *leptokurtic* (Lee, Lee & Lee, 2013:401).

### 2.3 Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) Box-Jenkins adalah salah satu metode yang digunakan untuk permalan. Model ARIMA merupakan penggabungan antara model *autoregressive* (AR) dan *moving average* (MA) serta proses *differencing* terhadap data *time series*. Bentuk umum model ARIMA non musiman dapat ditulis sebagai berikut (Wei, 2006:72):

$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \theta_0 + \theta_q(B)a_t \quad (2.5)$$

dengan,

- $\phi_p(B)$  : koefisien komponen AR non musiman dengan orde  $p$   
 $\theta_q(B)$  : koefisien komponen MA non musiman dengan orde  $q$   
 $(1-B)^d$  : operator untuk *differencing* orde  $d$   
 $a_t$  : nilai residual pada saat  $t$ .

Sedangkan bentuk umum model ARIMA musiman dapat ditulis sebagai berikut (Wei, 2006:166):

$$\Phi_p(B^S)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^S)^D Y_t = \theta_q(B)\Theta_q(B^S)a_t \quad (2.6)$$

dengan,

- $\Phi_p(B^S)$  : koefisien komponen AR musiman  $S$  dengan orde  $P$   
 $\Theta_q(B^S)$  : koefisien komponen MA musiman  $S$  dengan orde  $Q$   
 $(1-B^S)^D$  : operator untuk *differencing* musiman  $S$  orde  $D$ .

Secara umum, penentuan model ARIMA musiman mempertimbangkan orde subset, *multiplicative*, atau *additive*. Model subset merupakan bentuk generalisasi model ARIMA yang tidak dapat dinyatakan dalam bentuk umum (Suhartono dan Lee, 2011). Metode ARIMA Box-Jenkins memiliki empat langkah analisis yaitu identifikasi model, estimasi parameter dalam model, cek diagnosa, dan selanjutnya peramalan.

## 2.4 Identifikasi Model ARIMA

Identifikasi kestasioneran pada data merupakan langkah pertama yang harus dilakukan dalam identifikasi model. Dalam analisis *time series* memerlukan asumsi kestasioneran pada data. Data yang stasioner akan bergerak stabil dan konvergen di sekitar nilai rata-rata dengan deviasi yang kecil tanpa ada pergerakan naik atau turun dalam sepanjang waktu.

Identifikasi kestasioneran pada data dapat diketahui dari bentuk visual plot *time series*, serta plot *autocorrelation function* (ACF) dan *partial autocorrelation function* (PACF) (Makridakis

& Wheelwright, 1999). Suatu data *time series* dikatakan tidak stasioner dalam *varians* jika pergerakan data tersebut tidak dalam *varians* yang konstan. Data yang akan dianalisis harus memenuhi asumsi stasioner baik dalam *mean* maupun *varians*. Data yang tidak stasioner dalam *varians* harus distasionerkan terlebih dahulu dengan transformasi Box-Cox sebagai berikut (Wei, 2006:85)

$$T(Y_t) = \begin{cases} \frac{Y_t^\lambda - 1}{\lambda}, \lambda \neq 0 \\ \lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{Y_t^\lambda - 1}{\lambda}, \lambda = 0. \end{cases} \quad (2.7)$$

Bentuk transformasi Box-Cox dengan nilai  $\lambda$  yang berbeda ditampilkan dalam tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2.1** Bentuk Transformasi Box-Cox dengan Nilai  $\lambda$  yang Berbeda

Nilai Estimasi $\lambda$	Transformasi
-1	$1/Y_t$
-0,5	$1/\sqrt{Y_t}$
0	$\ln(Y_t)$
0,5	$\sqrt{Y_t}$
1	$Y_t$

Suatu data *time series* dikatakan tidak stasioner dalam *mean* jika pergerakan data tersebut tidak dalam *mean* yang konstan. Data yang telah stasioner dalam *mean* dapat dilihat dari ACF yang menurun dengan lambat atau *dies down* (Wei, 2006). Data yang tidak stasioner dalam *mean* harus distasionerkan terlebih dahulu melalui *differencing*. Proses *differencing* orde pertama dapat ditulis (Bowerman & O'Connel, 1993)

$$Z_t = Y_t - Y_{t-1}, t = 2, \dots, n. \quad (2.8)$$

Penentuan orde  $p$  dan  $q$  untuk model ARIMA non musiman serta orde  $P$  dan  $Q$  untuk model ARIMA musiman

dilakukan dengan mengidentifikasi pola plot *time series*, plot ACF dan PACF. *Autocorrelation function* (ACF) merupakan korelasi dari dua data *time series*  $Y_t$  dengan  $Y_{t+k}$ . Dalam suatu proses stasioner  $Y_t$  diketahui bahwa  $E(Y_t) = \mu$  dan  $\text{var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$ , dimana nilai *mean* dan *varians* tersebut konstan. Persamaan dari kovarians antar  $Y_t$  dengan  $Y_{t+k}$  adalah sebagai berikut (Wei, 2006:10).

$$\gamma_k = \text{cov}(Y_t, Y_{t+k}) = E(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu) \quad (2.9)$$

sedangkan korelasi antara  $Y_t$  dan  $Y_{t+k}$  adalah

$$\rho_k = \frac{\text{cov}(Y_t, Y_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(Y_t)}\sqrt{\text{var}(Y_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}, \quad (2.10)$$

dengan  $\rho_k$  adalah fungsi autokorelasi dan  $\gamma_k$  adalah fungsi autokovarians.

*Partial autocorrelation function* (PACF) digunakan untuk mengukur tingkat keeratan antara  $Y_t$  dan  $Y_{t+k}$  setelah pengaruh hubungan linier pada variabel tersebut  $Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots, Y_{t+k-1}$  dikeluarkan. Menurut Wei (2006:11), PACF antara  $Y_t$  dan  $Y_{t+k}$  dapat ditulis sebagai berikut,

$$\phi_{hk} = \text{corr}(Y_t, Y_{t+k} \mid Y_{t+1}, \dots, Y_{t+k-1}), \quad (2.11)$$

sehingga persamaan untuk menghitung nilai PACF adalah sebagai berikut,

$$\hat{\phi}_{k+1, k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_j} \quad (2.12)$$

dan

$$\hat{\phi}_{k+1, j} = \hat{\phi}_{kj} - \hat{\phi}_{k+1, k+1} \hat{\phi}_{k, k+1-j}, \quad j = 1, \dots, k. \quad (2.13)$$

Pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 merupakan cara identifikasi model *time series* dengan melihat pola plot ACF dan PACF secara teoritis (Bowerman & O'Connel, 1993).

**Tabel 2.2** Bentuk ACF dan PACF untuk Model ARIMA Non Musiman

Model	ACF	PACF
AR ( $p$ )	Turun cepat secara eksponensial ( <i>dies down</i> )	Terputus atau <i>cut off</i> setelah lag $p$
MA ( $q$ )	Terputus atau <i>cut off</i> setelah lag $q$	Turun cepat secara eksponensial ( <i>dies down</i> )
ARMA ( $p, q$ )	Turun cepat secara eksponensial ( <i>dies down</i> )	Turun cepat secara eksponensial ( <i>dies down</i> )

**Tabel 2.3** Bentuk ACF dan PACF untuk Model ARIMA Musiman

Model	ACF	PACF
AR ( $P$ )	Turun cepat secara eksponensial ( <i>dies down</i> )	Terputus atau <i>cut off</i> setelah lag $P$
MA ( $Q$ )	Terputus atau <i>cut off</i> setelah lag $Q$	Turun cepat secara eksponensial ( <i>dies down</i> )
ARMA ( $P, Q$ )	Turun cepat secara eksponensial pada level musiman	Turun cepat secara eksponensial pada level musiman

Setelah dilakukan identifikasi model ARIMA, selanjutnya dilakukan estimasi terhadap parameter model.

## 2.5 Estimasi Parameter Model ARIMA

Terdapat beberapa beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan estimasi parameter model ARIMA diantaranya adalah metode *moment*, *conditional least square*, *maximum likelihood*, dan *unconditional least square* (Cryer & Chan, 2008:154). Metode estimasi parameter yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode *conditional least square*. Metode *conditional least square* melakukan estimasi parameter dengan meminimumkan jumlah kuadrat *error* (SSE). Misalkan terdapat model AR (1):  $Y_t - \mu = \phi(Y_{t-1} - \mu) + a_t$ , maka nilai SSE adalah sebagai berikut,

$$S_c(\phi, \mu) = \sum_{t=2}^n a_t^2 = \sum_{t=2}^n [(Y_t - \mu) - \phi(Y_{t-1} - \mu)]^2 \quad (2.14)$$

Berdasarkan prinsip metode *Least Squares*, penaksiran  $\phi$  dan  $\mu$  dengan meminimumkan  $S_c(\phi, \mu)$  dilakukan dengan menurunkan  $S_c(\phi, \mu)$  terhadap  $\mu$  dan  $\phi$ . Berikut merupakan langkah untuk menaksir  $\mu$ ,

$$\frac{\partial S_c}{\partial \mu} = 2(-1 + \hat{\phi}) \sum_{t=2}^n [(Y_t - \hat{\mu}) - \hat{\phi}(Y_{t-1} - \hat{\mu})] = 0 \quad (2.15)$$

$$\sum_{t=2}^n [(Y_t - \hat{\mu}) - \hat{\phi}(Y_{t-1} - \hat{\mu})] = 0 \quad (2.16)$$

$$\sum_{t=2}^n [Y_t - \hat{\mu} - \hat{\phi}Y_{t-1} + \hat{\phi}\hat{\mu}] = 0 \quad (2.17)$$

$$\sum_{t=2}^n Y_t - \hat{\mu}(n-1) - \hat{\phi} \sum_{t=2}^n Y_{t-1} + \hat{\phi}\hat{\mu}(n-1) = 0 \quad (2.18)$$

$$\hat{\mu}(n-1) - \hat{\phi}\hat{\mu}(n-1) = \sum_{t=2}^n Y_t - \hat{\phi} \sum_{t=2}^n Y_{t-1} \quad (2.19)$$

$$\hat{\mu}(n-1)(1 - \hat{\phi}) = \sum_{t=2}^n Y_t - \hat{\phi} \sum_{t=2}^n Y_{t-1} \quad (2.20)$$

sehingga hasil estimasi untuk parameter  $\mu$

$$\hat{\mu} = \frac{1}{(n-1)(1-\hat{\phi})} \left[ \sum_{t=2}^n Y_t - \hat{\phi} \sum_{t=2}^n Y_{t-1} \right]. \quad (2.21)$$

Penaksiran parameter  $\phi$  menggunakan cara yang sama dengan menaksir  $\mu$ , yaitu

$$\frac{\partial S_c}{\partial \phi} = 2 \sum_{t=2}^n [(Y_t - \bar{Y}) - \hat{\phi}(Y_{t-1} - \bar{Y})](\bar{Y} - Y_{t-1}) = 0 \quad (2.22)$$

$$\sum_{t=2}^n [(Y_t - \bar{Y}) - \hat{\phi}(Y_{t-1} - \bar{Y})] = 0 \quad (2.23)$$

$$\sum_{t=2}^n (Y_t - \bar{Y} - \hat{\phi}Y_{t-1} + \hat{\phi}\bar{Y}) = 0 \quad (2.24)$$

$$\sum_{t=2}^n (\hat{\phi}Y_{t-1} - \hat{\phi}\bar{Y}) = \sum_{t=2}^n (Y_t - \bar{Y}) \quad (2.25)$$

$$\hat{\phi} \sum_{t=2}^n (Y_{t-1} - \bar{Y}) = \sum_{t=2}^n (Y_t - \bar{Y}) \quad (2.26)$$

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{t=2}^n (Y_t - \bar{Y})}{\sum_{t=2}^n (Y_{t-1} - \bar{Y})} \times \frac{\sum_{t=2}^n (Y_{t-1} - \bar{Y})}{\sum_{t=2}^n (Y_{t-1} - \bar{Y})} \quad (2.27)$$

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{t=2}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-1} - \bar{Y})}{\sum_{t=2}^n (Y_t - \bar{Y})^2}. \quad (2.28)$$

Selanjutnya diberikan model MA(1):  $Y_t = a_t - \theta a_{t-1}$ . Metode *conditional least square* cukup sulit diterapkan untuk mendapatkan estimator dari  $\theta$ , sehingga model MA(1) dibawa ke model AR dengan orde tak hingga

$$Y_t = -\theta Y_{t-1} - \theta^2 Y_{t-2} - \dots + a_t. \quad (2.29)$$

Dengan persamaan 2.17 dapat dilakukan estimasi parameter untuk  $\theta$ . Metode *least square* dapat digunakan untuk mengestimasi  $\theta$  dengan meminimumkan persamaan berikut

$$S_c(\theta) = \sum (a_t)^2 = \sum (Y_t + \theta Y_{t-1} + \theta^2 Y_{t-2} - \dots)^2. \quad (2.30)$$

Selanjutnya diberikan model ARMA(1,1):  $Y_t = \phi Y_{t-1} + a_t - \theta a_{t-1}$  atau bisa juga ditulis  $a_t = Y_t - \phi Y_{t-1} + \theta a_{t-1}$ . Estimasi parameter

untuk  $\phi$  dan  $\theta$  didapatkan dengan metode *conditional least square* yang meminimumkan persamaan berikut

$$S_c(\phi, \theta) = \sum_{t=2}^n a_t^2. \quad (2.31)$$

Estimasi parameter untuk model umum ARMA  $(p, q)$  diawali dengan membuat persamaan,

$$a_t = Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \dots - \phi_p Y_{t-p} + \theta_1 a_{t-1} + \dots + \theta_p a_{t-p} \quad (2.32)$$

dengan  $a_p = a_{p-1} = \dots = a_{p+1-q} = 0$ , kemudian dilanjutkan dengan proses perhitungan dengan meminimumkan  $S_c(\phi_1, \dots, \phi_p, \theta_1, \dots, \theta_q)$ .

## 2.6 Regresi Time Series

Regresi *time series* mempunyai bentuk yang sama dengan regresi linier pada umumnya. Berikut ini model umum regresi *time series* dengan data yang mengandung *trend* (Wei, 2006:366),

$$\begin{aligned} Y_t = & \beta_0 + \beta_1 M_{1,t} + \dots + \beta_p M_{p,t} + \phi t \\ & + \gamma_1 L_{1,t} + \dots + \gamma_s L_{s,t} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2.33)$$

dengan  $\varepsilon_t$  adalah residual yang belum *white noise*. Persamaan (2.33) dapat ditulis kembali dengan residual yang telah *white noise* sebagai berikut,

$$\begin{aligned} Y_t = & \beta_0 + \beta_1 M_{1,t} + \dots + \beta_p M_{p,t} + \phi t + \gamma_1 L_{1,t} + \dots \\ & + \gamma_s L_{s,t} + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t \end{aligned} \quad (2.34)$$

dimana,

$L_{1,t}, L_{2,t}, \dots, L_{s,t}$  : variabel *dummy* hari raya Idul Fitri

$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_s$  : parameter variabel *dummy* hari raya Idul Fitri

$M_{1,t}, M_{2,t}, \dots, M_{p,t}$  : variabel *dummy* pola musiman

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_s$  : parameter variabel *dummy* musiman



$\varphi t$  : variabel yang menyatakan *trend*.

## 2.7 Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender

Salah satu jenis model variasi kalender adalah model variasi kalender yang berbasis ARIMAX yaitu model ARIMA yang diberi tambahan variabel prediktor. Tambahan variabel prediktor tersebut berupa variabel *dummy* yang bertujuan untuk mewakili efek variasi kalender. Penduduk Sulawesi mayoritas beragama Islam, sehingga hari libur pada setiap perayaan Idul Fitri diduga berpengaruh terhadap *outflow* dan *inflow* uang kartal. Variasi kalender bertujuan untuk memodelkan residual yang belum memenuhi asumsi *white noise* dengan model ARIMA. Model Variasi kalender dengan tren stokastik ditunjukkan oleh persamaan berikut (Suhartono, Lee & Hamzah, 2010),

$$Y_t = \beta_1 M_{1,t} + \dots + \beta_p M_{p,t} + \varphi t + \gamma_1 L_{1,t} + \dots + \gamma_s L_{s,t} + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)(1-B)^d} a_t. \quad (2.35)$$

Sedangkan persamaan model variasi kalender dengan tren deterministik adalah sebagai berikut,

$$Y_t = \beta_1 M_{1,t} + \dots + \beta_p M_{p,t} + \varphi t + \gamma_1 L_{1,t} + \dots + \gamma_s L_{s,t} + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} a_t \quad (2.36)$$

dimana,

$L_{1,t}, L_{2,t}, \dots, L_{s,t}$  : variabel *dummy* hari raya Idul Fitri

$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_s$  : parameter variabel *dummy* hari raya Idul Fitri

$M_{1,t}, M_{2,t}, \dots, M_{p,t}$  : variabel *dummy* pola musiman

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_s$  : parameter variabel *dummy* musiman

$\varphi t$  : variabel yang menyatakan *trend*.

## 2.8 Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter dilakukan untuk mengetahui parameter yang telah didapatkan telah signifikan atau tidak (Bowerman & O'Connell, 1993). Berikut ini adalah pengujian untuk parameter MA.

Hipotesis:

$$H_0 : \theta_j = 0$$

$$H_1 : \theta_j \neq 0, \text{ dimana } j = 1, 2, \dots, q.$$

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}_j}{s.e(\hat{\theta}_j)} \quad (2.37)$$

dengan keputusan untuk menolak  $H_0$  jika  $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}, df}$  atau

jika  $p\text{-value} < \alpha$ , dimana  $df = n - n_p$ ,  $n$  adalah banyaknya residual atau data efektif dan  $n_p$  adalah banyak parameter dalam model.

## 2.9 Uji Residual *White Noise*

Residual telah memenuhi asumsi *white noise* ketika antara residual satu dengan yang lain tidak saling berhubungan atau independen. Pengujian asumsi *white noise* dapat dilakukan menggunakan uji Ljung-Box. Pengujiannya sebagai berikut (Wei, 2006:153).

Hipotesis:

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \rho_k \neq 0 \text{ (} k = 1, 2, \dots, K \text{)}.$$

Statistik uji Ljung-Box :

$$Q^* = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{(n-k)} \quad (2.38)$$

dengan keputusan untuk menolak  $H_0$  jika  $Q^* > \chi^2_{\alpha, (K-p-q)}$  atau jika  $p\text{-value} < \alpha$ .

## 2.10 Uji Distribusi Normal

Residual dari model yang telah didapatkan diuji normalitasnya. Uji Kolmogorov Smirnov dapat digunakan untuk menguji apakah residual telah berdistribusi normal atau tidak. Berikut ini pengujian normalitas terhadap residual dari model.

Hipotesis:

$H_0$  : residual berdistribusi normal

$H_1$  : residual tidak berdistribusi normal.

Statistik uji:

$$D_{hit} = \sup_x |F_n(a_t) - F_0(a_t)| \quad (2.39)$$

dengan keputusan untuk menolak  $H_0$  jika  $D_{hit} > D_{\alpha, n}$  atau jika  $p\text{-value} < \alpha$ , dimana  $D_{\alpha}$  adalah nilai tabel Kolmogorov Smirnov satu sampel dan  $n$  adalah banyaknya pengamatan (Daniel, 2000).

## 2.11 Identifikasi Outlier

Outlier pada data *time series* merupakan salah satu gangguan kejadian yang mengakibatkan pengamatan tidak tepat pada suatu data. Terdapat empat jenis *outlier* yaitu *Additive Outlier* (AO), *Innovational Outlier* (IO), *Level Shift* (LS), dan *Temporary Change* (TC). Jenis AO merupakan suatu *outlier* yang hanya mempengaruhi pada saat pengamatan ke- $T$ , sedangkan untuk model LS berpengaruh pada pengamatan ke- $T$ ,  $T+1$ ,  $T+2$ , dan seterusnya. Secara umum model *outlier* adalah sebagai berikut (Wei, 2006:224)

$$Y_t = \sum_{j=1}^k w_j v_j(B) I_t^{T_j} + X_t \quad (2.40)$$

dengan,

$X_t$  : model *time series* yang bebas dari *outlier*, dimana:

$$X_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t$$

$I_j^{(T)}$  : variabel indikator yang menyatakan keberadaan *outlier* pada waktu ke- $T$ , dimana:

$$I_t^{(T)} = \begin{cases} 1, & t = T \\ 0, & t \neq T \end{cases}$$

$v_j(B) = 1$  untuk AO

$v_j(B) = \frac{1}{(1-B)}$  untuk LS.

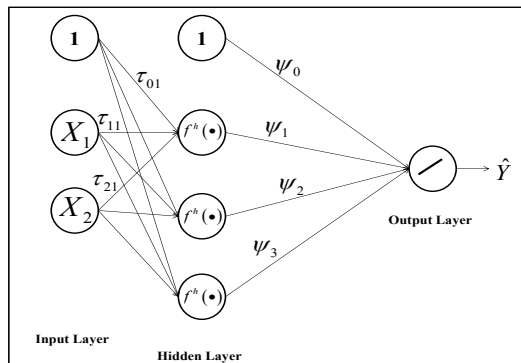
## 2.12 Artificial Neural Network (ANN)

*Artificial Neural Network* (ANN) atau jaringan saraf tiruan adalah sebuah system proses informasi yang memiliki karakteristik seperti jaringan saraf biologis (Siang, 2005). Sebuah neural network digolongkan berdasarkan pola *connection* di antara neuron (disebut juga arsitektur), metode dalam menentukan bobot dari *connection* (disebut *training*, *learning*, atau *algoritma*), dan fungsi aktivasinya (Fausett, 1994:3). Beberapa keuntungan dari penggunaan ANN antara lain dapat digunakan untuk data linear maupun non linear, mampu melakukan generalisasi dan ekstraksi dari suatu pola data tertentu, serta memiliki *fault tolerance*, sehingga gangguan dapat dianggap sebagai *noise* saja (Haykin, 1999). Terdapat beberapa jenis desain ANN untuk peramalan di antaranya *feed forward*, *radial basis*, *recurrent*, *general regression*, dan lain sebagainya. Beberapa komponen penting yang harus dipertimbangkan dalam metode ANN adalah *neuron*, *layer*, fungsi aktivasi, dan bobot yang digunakan.

### 2.13 Feedforward Neural Network (FFNN)

*Feedforward Neural Network* (FFNN) adalah salah satu model ANN yang sering digunakan untuk meramalkan data *time series*. Neuron dalam FFNN umumnya dikelompokkan dalam lapisan (*layer*). Sinyal dalam jaringan ini mengalir satu arah dari lapisan *input* menuju lapisan berikutnya. Salah satu faktor penting dari keberhasilan jaringan saraf tergantung pada algoritma pembelajaran yang digunakan. Salah satu algoritma pembelajaran yang sering digunakan untuk mengestimasi bobot (parameter) dalam model FFNN adalah algoritma *backpropagation*.

*Backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran yang biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan lapisan yang banyak untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan *neuron-neuron* yang ada pada lapisan tersembunyinya (Kusumadewi, 2004:93). *Neuron-neuron* dalam perambatannya membutuhkan fungsi aktivasi salah satunya adalah fungsi logistik sigmoid. Salah satu optimasi yang dapat digunakan adalah *scaled conjugate gradient*. Gambar 2.1 merupakan arsitektur dari jaringan FFFN dengan dua unit *neuron* pada lapisan *input*, satu lapisan tersembunyi terdiri dari tiga unit *neuron* dan satu unit *neuron* pada lapisan *output*.



**Gambar 2.1** Arsitektur Jaringan FFNN

Dari Gambar 2.1 dapat dibentuk model untuk memperoleh *output* sebagai berikut:

$$Y_t = \psi_0 + \psi_1 X_{1t}^* + \psi_2 X_{2t}^* + \psi_3 X_{3t}^* + a_t \quad (2.41)$$

dengan fungsi aktivasi logistik simoid  $f(X) = (1 + e^{-X})^{-1}$  maka didapatkan penjabaran model persamaan secara lengkap:

$$\begin{aligned} Y_t = \psi_0 + & \frac{\psi_1}{1 + \exp\left\{-\left(\tau_{01} + \tau_{11}X_{1t} + \tau_{21}X_{2t}\right)\right\}} + \\ & \frac{\psi_2}{1 + \exp\left\{-\left(\tau_{02} + \tau_{12}X_{1t} + \tau_{22}X_{2t}\right)\right\}} + \\ & \frac{\psi_3}{1 + \exp\left\{-\left(\tau_{03} + \tau_{13}X_{1t} + \tau_{23}X_{2t}\right)\right\}} + a_t. \end{aligned} \quad (2.42)$$

Bentuk persamaan dari model FFFN secara umum dapat ditulis:

$$Y_t = \psi_0 + \sum_{j=1}^J \psi_j f\left(\tau_{0j} + \sum_{k=1}^K \tau_{kj} X_{kt}\right) + a_t \quad (2.43)$$

dimana  $K$  adalah banyaknya *node input*,  $J$  adalah banyaknya *node tersembunyi*,  $\{\psi_j, j = 0, 1, \dots, J\}$  adalah vektor bobot dari lapisan tersembunyi ke *output*,  $\{\tau_{ij}, k = 0, 1, \dots, K; j = 0, 1, \dots, J\}$  adalah vektor bobot dari lapisan *input* ke lapisan tersembunyi.

## 2.14 Uji Nonlinier

Deteksi nonlinieritas dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi hubungan nonlinier antara  $Y_t$  dengan input yang akan digunakan dalam pemodelan. Uji Terasvirta merupakan salah satu uji deteksi nonlinieritas yang dikembangkan dari model *neural network* dan termasuk dalam kelompok uji tipe *Lagrange Multiplier* (LM) dengan ekspansi Taylor (Suhartono, 2008:275).

Hipotesis :

$H_0 : f(X)$  adalah fungsi linier dalam  $X$  atau model linier

$H_1 : f(X)$  adalah fungsi non-linier dalam  $X$  atau model non-linier.

Statistik uji:

$$F = \frac{(SSR_0 - SSR_1)/m}{SSR_1/(n - p - 1 - m)} \quad (2.44)$$

dengan

$SSR_0$  : jumlah kuadrat residual  $\hat{u}_t$  (residual dari regresi antara  $Y_t$  dan  $1, X_1, \dots, X_p$ ),

$SSR_1$  : jumlah kuadrat residual  $\hat{r}_t$  (residual dari regresi antara  $\hat{u}_t$  dan  $1, X_1, \dots, X_p$  serta  $m$  prediktor tambahan yang merupakan suku kuadratik dan kubik hasil dari pendekatan ekspansi Taylor),

$n$  : jumlah pengamatan yang digunakan.

Keputusan untuk menolak  $H_0$  apabila  $F$  lebih besar dari nilai  $F_{\alpha(m, (n-p-m-1))}$  atau jika  $p\text{-value} < \alpha$  (Terasvirta, Lin & Granger, 1993).

## 2.15 Kriteria Kebaikan Model

Pemilihan model terbaik dalam peramalan erat kaitannya dengan *error* yang telah dihasilkan dari model. *Error* yang dihasilkan dari model menunjukkan selisih antara nilai aktual dan hasil ramalan. Berdasarkan kriteria *out sample*, pemilihan model dapat dilakukan dengan menggunakan nilai RMSE. Suatu model yang baik menghasilkan nilai RMSE yang semakin kecil. Rumus perhitungan nilai RMSE dapat ditulis sebagai berikut,

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{L} \sum_{l=1}^L (Y_{n+l} - \hat{Y}_n(l))^2} \quad (2.45)$$

dengan

$Y_{n+l}$  : data aktual *out sample* ke- $l$

$L$  : jumlah data *out sample*

$\hat{Y}_n(l)$  : data hasil ramalan *out sample* ke- $l$  (Wei, 2006:181).



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang sumber data, variabel, serta langkah analisis yang digunakan dalam penelitian.

#### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data sekunder yang berupa data *outflow* dan *inflow* uang kartal Bank Indonesia di wilayah Sulawesi yang didapatkan dari Departemen Pengelolaan Uang Bank Indonesia.

#### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sepuluh respon dan variabel-variabel *dummy* yang menyatakan efek musiman dan variasi kalender dari hari raya Idul Fitri. Data yang digunakan untuk pemodelan adalah data *in sample* sebanyak 132 data. Sedangkan untuk peramalan adalah data *out sample* sebanyak 12 data.

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
$Y_{1,t}$	<i>Outflow</i> uang kartal Bank Indonesia di Provinsi Sulawesi Selatan pada bulan ke- $t$ (triliun rupiah).
$Y_{2,t}$	<i>Outflow</i> uang kartal Bank Indonesia di Provinsi Sulawesi Tengah pada bulan ke- $t$ (triliun rupiah).
$Y_{3,t}$	<i>Outflow</i> uang kartal Bank Indonesia di Provinsi Sulawesi Utara pada bulan ke- $t$ (triliun rupiah).
$Y_{4,t}$	<i>Outflow</i> uang kartal Bank Indonesia di Provinsi Sulawesi Tenggara pada bulan ke- $t$ (triliun rupiah).
$Y_{5,t}$	<i>Inflow</i> uang kartal Bank Indonesia di Provinsi Sulawesi Selatan pada bulan ke- $t$ (triliun rupiah).
$Y_{6,t}$	<i>Inflow</i> uang kartal Bank Indonesia di Provinsi Sulawesi Tengah pada bulan ke- $t$ (triliun rupiah).
$Y_{7,t}$	<i>Inflow</i> uang kartal Bank Indonesia di Provinsi Sulawesi Utara pada bulan ke- $t$ (triliun rupiah).
$Y_{8,t}$	<i>Inflow</i> uang kartal Bank Indonesia di Provinsi Sulawesi Tenggara pada bulan ke- $t$ (triliun rupiah).

### 3.3 Langkah Penelitian

Langkah awal yang dilakukan adalah analisis statistika deskriptif terhadap variabel *output* dan variabel *input* dengan tujuan mendeskripsikan karakteristik tiap variabel selama periode Januari 2003 hingga Desember 2014. Kemudian dilakukan langkah-langkah analisis secara umum untuk menjawab tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Melakukan analisis dan pemodelan *outflow* dan *inflow* uang kartal Bank Indonesia di Sulawesi dengan metode ARIMA dengan deteksi *outlier*.
2. Melakukan analisis dan pemodelan *outflow* dan *inflow* uang kartal Bank Indonesia di Sulawesi menggunakan metode regresi *time series*.
3. Melakukan analisis dan pemodelan *outflow* dan *inflow* uang kartal Bank Indonesia di Sulawesi menggunakan metode ARIMAX dengan efek variasi kalender.
4. Membandingkan akurasi model *outflow* dan *inflow* uang kartal Bank Indonesia di Sulawesi yang telah diperoleh dengan memilih RMSE terkecil dipilih sebagai model terbaik.
5. Model terbaik yang telah didapatkan kemudian digunakan untuk memodelkan FFNN.
6. Membandingkan kembali akurasi model FFNN dengan model terbaik yang sebelumnya telah diperoleh yang selanjutnya akan digunakan untuk meramalkan *outflow* dan *inflow* uang kartal Bank Indonesia di Sulawesi satu tahun ke depan.

Langkah analisis untuk beberapa metode yang telah disebutkan secara lengkap adalah sebagai berikut.

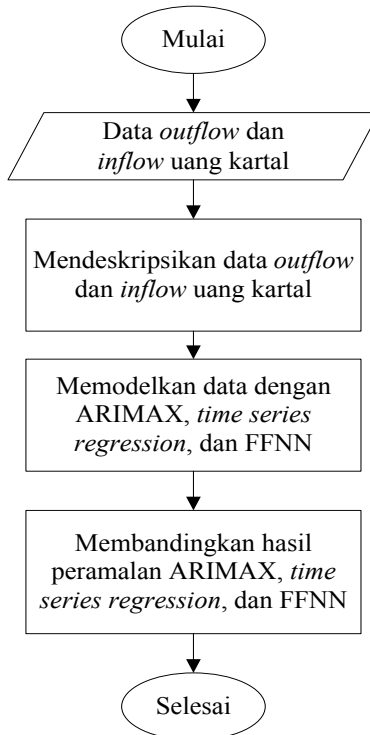
1. Langkah-langkah analisis metode regresi *time series* adalah :
  - a. melakukan identifikasi model regresi *time series*,
  - b. melakukan pemodelan dengan regresi *dummy*,
  - c. melakukan estimasi parameter dengan OLS,
  - d. melakukan pengujian residual *white noise*,

- e. melakukan pengujian parameter dan melakukan eliminasi terhadap variabel yang tidak signifikan dengan metode *backward elimination*,
  - f. melakukan pengujian asumsi residual berdistribusi normal,
  - g. melakukan pengujian homogenitas varians residual,
  - h. melakukan peramalan dengan metode regresi *time series*,
  - i. menghitung nilai RMSE.
2. Langkah-langkah pemodelan ARIMAX dengan efek variasi kalender adalah:
- a. membagi data menjadi dua bagian yaitu data *in sample* dan *out sample*,
  - b. melakukan identifikasi model dengan melihat *time series plot* yang bertujuan untuk mengetahui apakah *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi benar dipengaruhi oleh hari Raya Idul Fitri,
  - c. melakukan pemodelan regresi *dummy*,
  - d. melakukan pengujian asumsi terhadap residual dari persamaan regresi *dummy*,
  - e. melakukan pengujian residual *white noise*,
  - f. melakukan pengujian parameter dan melakukan eliminasi terhadap variabel yang tidak signifikan dengan metode *backward elimination*,
  - g. melakukan pengujian asumsi residual berdistribusi normal,
  - h. melakukan peramalan dengan metode variasi kalender,
  - i. menghitung nilai RMSE.
3. Langkah-langkah pemodelan *Feedforward Neural Network* (FFNN) adalah:
- a. menentukan jumlah *neuron* pada lapisan input,
  - b. menentukan jumlah *neuron* pada *hidden-layer* untuk pemodelan,

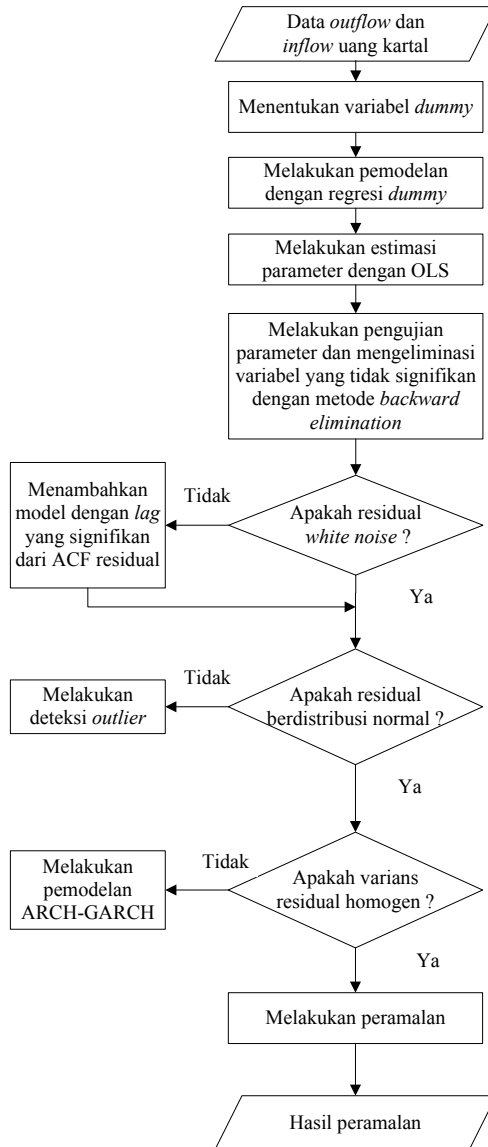
- c. pembelajaran jaringan untuk mendapatkan model FFNN,
  - d. melakukan peramalan *outflow* dan *inflow* uang kartal,
  - e. menghitung nilai RMSE.
4. Membandingkan hasil proyeksi antara semua model yang telah dihasilkan berdasarkan nilai RMSE hasil ramalan.
  5. Membuat kesimpulan.

### 3.4 Diagram Alir

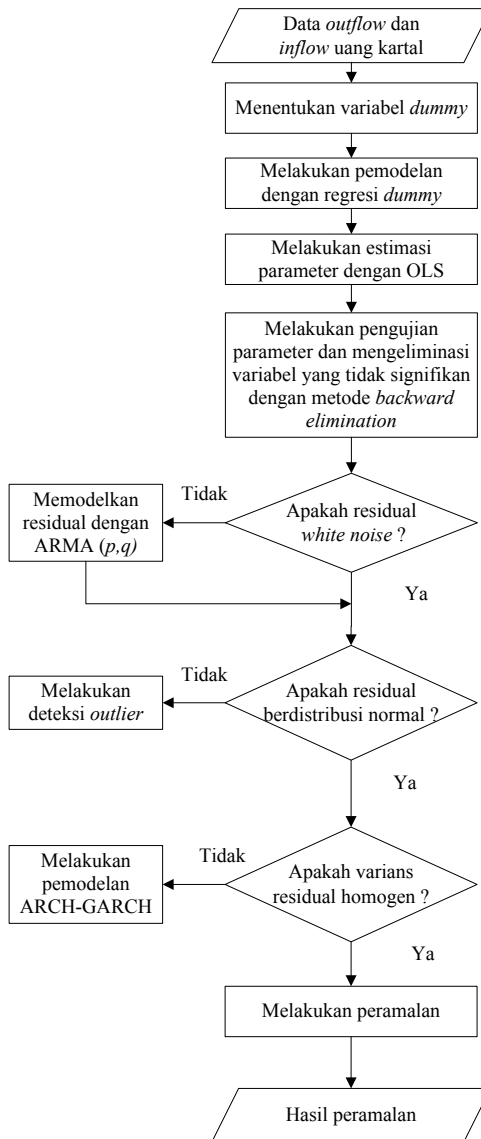
Diagram alir penelitian berdasarkan langkah analisis adalah sebagai berikut.



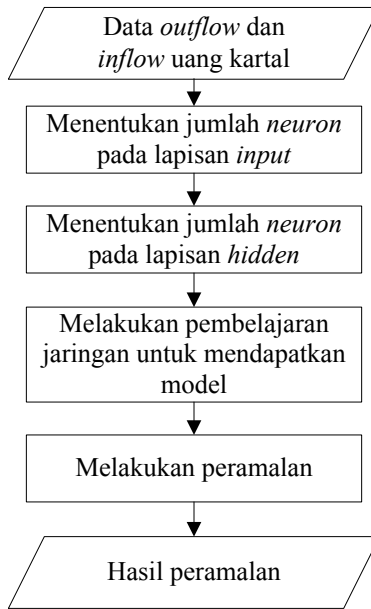
**Gambar 3.1** Diagram Alir Secara Keseluruhan



**Gambar 3.2** Diagram Alir Metode Regresi *Time Series*



**Gambar 3.3** Diagram Alir Metode Variasi Kalender



**Gambar 3.5** Diagram Alir Metode FFNN

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas tentang analisis mengenai peramalan *outflow* dan *inflow* uang kartal di kantor Bank Indonesia wilayah Sulawesi. Metode yang digunakan untuk peramalan adalah metode ARIMA, regresi *time series*, ARIMAX dengan efek variasi kalender, serta *Feedforward Neural Network* (FFNN). Selanjutnya dilakukan pemilihan model terbaik dengan membandingkan hasil peramalan peramalan berdasarkan kriteria *out sample*.

### 4.1 Karakteristik *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data *outflow* dan *inflow* uang kartal bulanan yang berada di kantor Bank Indonesia wilayah Sulawesi mulai Januari 2003 hingga Desember 2014. Data satu tahun terakhir digunakan sebagai data *out sample*. Karakteristik *outflow* dan *inflow* dari masing-masing Provinsi di Sulawesi ditunjukkan sebagai berikut.

**Tabel 4.1** Statistika Deskriptif *Outflow* dan *Inflow* di Sulawesi (Triliun)

Provinsi		Rata-Rata	Deviasi Standar	Min.	Maks.	Skewness	Kurtosis
Sulawesi Selatan	Outflow	0.681	0.509	0.013	3.282	1.860	5.470
	Inflow	0.811	0.523	0.123	3.359	1.830	5.300
Sulawesi Tengah	Outflow	0.267	0.215	0.003	1.183	1.650	3.430
	Inflow	0.121	0.109	0.012	0.761	3.000	12.560
Sulawesi Utara	Outflow	0.289	0.270	0.009	1.584	2.180	6.700
	Inflow	0.319	0.255	0.029	1.433	1.980	5.850
Sulawesi Tenggara	Outflow	0.206	0.173	0.004	0.907	1.660	3.370
	Inflow	0.105	0.086	0.004	0.492	1.330	2.980

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata *outflow* dan *inflow* tertinggi mulai Januari 2003 hingga Desember 2014 terjadi di kantor Bank Indonesia Sulawesi Selatan yang mencapai 0.681

dan 0.811 triliun rupiah. Deviasi standar tertinggi juga terjadi di Sulawesi Selatan yaitu sebesar 0.509 triliun untuk *outflow* dan 0.523 triliun untuk *inflow*. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat variansi yang besar dalam *outflow* dan *inflow* uang kartal yang dilakukan di Sulawesi Selatan. *Outflow* dan *Inflow* di Sulawesi Tenggara memiliki deviasi standar paling kecil dibandingkan dengan provinsi yang lain. Nilai deviasi standar yang kecil dapat terlihat juga dari selisih nilai maksimum dan minimum yang juga kecil. Semua data tidak ada yang berdistribusi normal, terlihat dari nilai *skewness* yang tidak mendekati nol dan kurtosis yang tidak mendekati tiga.

Statistika deskriptif *outflow* dan *inflow* uang kartal di kantor Bank Indonesia wilayah Sulawesi periode Januari 2003 hingga Desember 2014 adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.2** Rata-Rata *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal Tiap Bulan (Triliun)

Bulan	Sulawesi Selatan		Sulawesi Tengah		Sulawesi Utara		Sulawesi Tenggara	
	Outflow	Inflow	Outflow	Inflow	Outflow	Inflow	Outflow	Inflow
Januari	0.337	1.225	0.078	0.202	0.066	0.594	0.097	0.201
Februari	0.312	0.839	0.109	0.128	0.094	0.268	0.050	0.130
Maret	0.478	0.616	0.137	0.102	0.152	0.243	0.069	0.103
April	0.684	0.591	0.228	0.085	0.243	0.252	0.137	0.083
Mei	0.640	0.600	0.285	0.078	0.234	0.252	0.179	0.070
Juni	0.699	0.657	0.314	0.085	0.310	0.268	0.235	0.069
Juli	0.925	0.790	0.321	0.110	0.371	0.301	0.320	0.081
Agustus	0.759	1.051	0.244	0.208	0.315	0.434	0.190	0.144
September	0.852	0.803	0.273	0.141	0.268	0.324	0.212	0.114
Oktober	0.663	1.016	0.288	0.126	0.286	0.310	0.219	0.111
November	0.671	0.911	0.346	0.110	0.321	0.311	0.261	0.088
Desember	1.150	0.632	0.578	0.082	0.802	0.274	0.498	0.059

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui rata-rata *year on year* pada bulan Januari di setiap kantor Bank Indonesia wilayah Sulawesi



Gambar 4.1 merupakan Gambar *time series plot* dari data *outflow* dan *inflow* uang kartal di kantor Bank Indonesia yang berada di Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, dan Sulawesi Tenggara mulai bulan Januari 2003 hingga Desember 2014 (dalam Triliun Rupiah). Berdasarkan *time series plot* dapat terlihat adanya perubahan pola pergerakan transaksi uang kartal yaitu pada tahun 2003 hingga 2006, tahun 2007 hingga 2010, dan 2011 hingga 2014. Penyebab dari perubahan ini adalah adanya peraturan baru dari Bank Indonesia mengenai penarikan dan penyetoran uang kartal. Selain perubahan pola, dapat diketahui bahwa terdapat beberapa bulan yang mengalami *outflow* dan *inflow* tertinggi di semua wilayah. Kantor Bank Indonesia di Sulawesi umumnya mengalami *outflow* tertinggi pada akhir tahun yaitu bulan Desember. Selain bulan Desember, *outflow* juga cukup tinggi pada bulan Juli 2013-2014, Agustus 2011-2012, September 2008-2010, Oktober 2005-2007, serta Nopember 2003-2004. Sebaliknya, *inflow* uang kartal mengalami peningkatan saat awal tahun, yaitu bulan Januari. Selain bulan Januari, *inflow* juga cukup tinggi pada bulan Agustus 2012-2014, September 2010-2011, Oktober 2007-2009, Nopember 2005-2006, serta Desember 2003-2004.

*Time series plot* dari data *outflow* dan *inflow* uang kartal menunjukkan indikasi bahwa adanya pola musiman dan variasi kalender. Pola musiman terlihat dari peningkatan *outflow* pada bulan Desember serta peningkatan *inflow* pada bulan Januari yang cukup tinggi. Sedangkan, adanya variasi kalender terlihat dari peningkatan *outflow* pada bulan-bulan tertentu seperti 2013-2014, Agustus 2011-2012, September 2008-2010, Oktober 2005-2007, serta Nopember 2003-2004 dan peningkatan *inflow* pada bulan Agustus 2012-2014, September 2010-2011, Oktober 2007-2009, Nopember 2005-2006, serta Desember 2003-2004. Peningkatan *outflow* dan *inflow* pada bulan-bulan tersebut diduga akibat dari adanya efek hari raya Idul Fitri yang setiap tahunnya mengalami pergerakan sebanyak sebelas hari. Pada *time series plot* untuk *outflow* dan *inflow* Sulawesi Tenggara juga dapat diketahui

adanya *missing* pada data bulan April dan Mei 2010. *Outflow* Sulawesi Utara cenderung tinggi pada bulan Desember, hal ini disebabkan adanya pengaruh hari raya keagamaan yaitu natal. Menurut hasil sensus penduduk 2010 diketahui bahwa mayoritas penduduk di Sulawesi Utara memeluk agama Kristen.

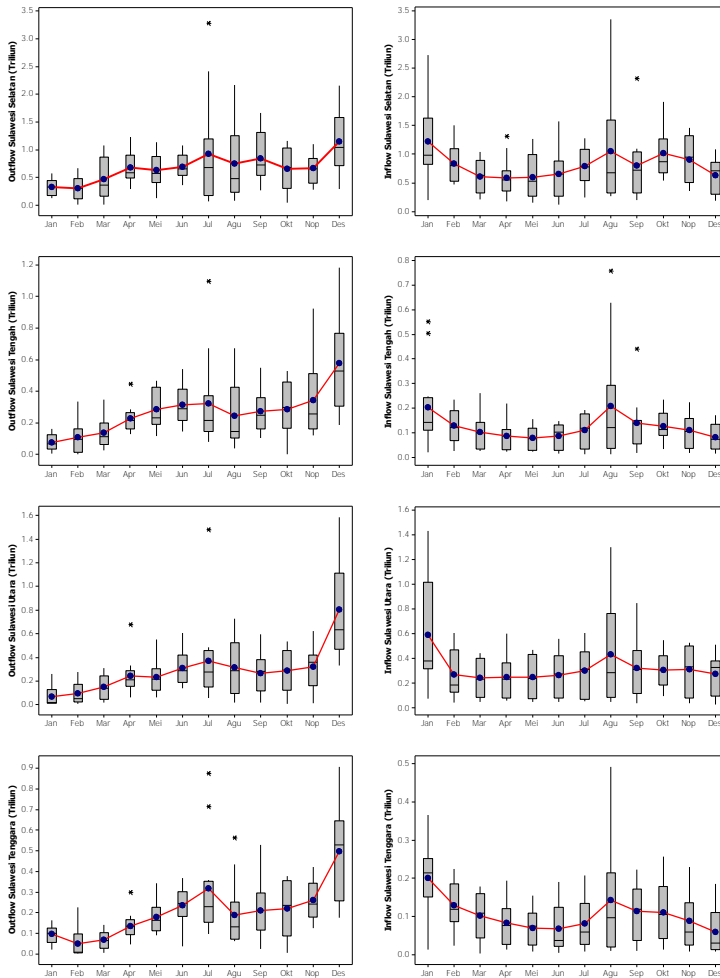
Untuk lebih memastikan adanya pengaruh hari raya Idul Fitri terhadap peningkatan *outflow* dan *inflow*, berikut ini akan disajikan Tabel 4.3 yang menampilkan tanggal terjadinya hari raya Idul Fitri serta keterangan minggu terjadinya Idul Fitri.

**Tabel 4.3** Tanggal Idul Fitri Tahun 2003-2014

Tahun	Tanggal Idul Fitri	Keterangan
2003	25-26 Nopember	Minggu ke-4
2004	14-15 Nopember	Minggu ke-2
2005	03-04 Nopember	Minggu ke-1
2006	23-24 Oktober	Minggu ke-4
2007	12-13 Oktober	Minggu ke-2
2008	01-02 Oktober	Minggu ke-1
2009	21-22 September	Minggu ke-3
2010	10-11 September	Minggu ke-2
2011	30-31 Agustus	Minggu ke-4
2012	19-20 Agustus	Minggu ke-3
2013	08-09 Agustus	Minggu ke-2
2014	28-29 Juli	Minggu ke-4

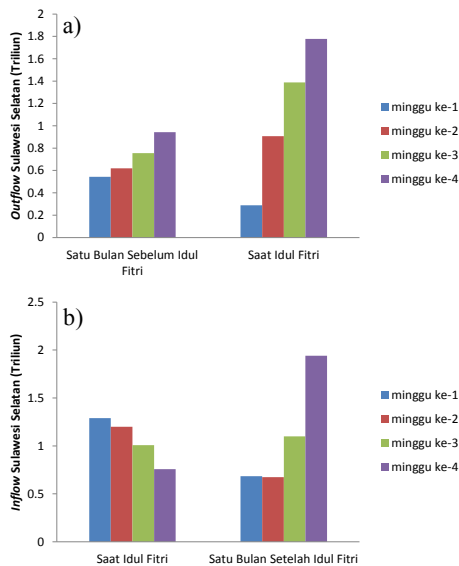
Peningkatan *outflow* pada bulan-bulan tertentu yang telah ditunjukkan oleh *time series plot*, jika diidentifikasi dengan Tabel 4.3 menunjukkan bahwa bulan-bulan yang mengalami *outflow* tinggi merupakan bulan terjadinya Idul Fitri. Ketika Idul Fitri terjadi pada minggu ke-1 maka *outflow* cenderung akan tinggi pada bulan sebelumnya. Namun, ketika Idul Fitri terjadi pada minggu ke-2, 3, dan 4 maka *outflow* cenderung akan tinggi tepat pada bulan terjadinya Idul Fitri. *Inflow* juga mengalami peningkatan akibat dari Idul Fitri. Ketika Idul Fitri terjadi pada

minggu ke-1 dan ke-2 maka *inflow* cenderung akan tinggi pada bulan tersebut. Namun, ketika Idul Fitri terjadi pada minggu ke-3 dan ke-4 maka *inflow* cenderung akan tinggi pada bulan selanjutnya.



**Gambar 4.2** *Boxplot* Data *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal 2003-2014

Gambar 4.2 juga menunjukkan bahwa hari raya Idul Fitri memberikan pengaruh pada *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi. Bulan Juli, Agustus, dan September yang cenderung memiliki variansi cukup besar diduga karena pada bulan-bulan tersebut pada tahun 2003-2014 terjadi Idul Fitri. Sedangkan pada bulan Desember, *outflow* selalu memiliki variasi yang tinggi. *Inflow* pada tahun 2003-2014 cenderung memiliki variasi yang tinggi pada bulan Januari dan Agustus. Ada beberapa *outlier* yang terdeteksi. Pada data *outflow* untuk semua wilayah memiliki *outlier* pada bulan Juli. Hal ini dikarenakan kecenderungan *outflow* yang selalu meningkat pada bulan Juli.



**Gambar 4.3** Rata-Rata Uang Kartal Sebelum, Saat, dan Setelah Idul Fitri a) *Outflow* di Sulawesi Selatan b) *Inflow* di Sulawesi Selatan

Gambar 4.3 menunjukkan rata-rata *outflow* dan *inflow* uang kartal satu bulan sebelum Idul Fitri, saat Idul Fitri, dan satu bulan setelah Idul Fitri yang telah dikelompokkan berdasarkan minggu terjadinya Idul Fitri pada tahun 2003 hingga 2014 di Sulawesi Selatan. Ketika Idul Fitri terjadi pada minggu ke-1 maka

*outflow* akan mengalami peningkatan pada satu bulan sebelum Idul Fitri, sedangkan *inflow* akan mengalami peningkatan pada saat bulan terjadinya Idul Fitri. Kenaikan *outflow* pada saat bulan terjadinya Idul Fitri terjadi ketika Idul Fitri jatuh pada minggu ke-2, ke-3, dan ke-4. Hal yang serupa juga terjadi pada *outflow* di Sulawesi Tengah dan Sulawesi Utara yang dapat terlihat pada lampiran. *Outflow* di Sulawesi Tenggara akan mengalami peningkatan pada saat Idul Fitri jika Idul Fitri terjadi pada minggu ke-3 dan ke-4. Pada saat Idul Fitri jatuh pada minggu ke-3 dan ke-4 maka *inflow* di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara akan mengalami peningkatan satu bulan setelah Idul Fitri. Sedangkan *inflow* di Sulawesi Tengah dan Sulawesi Utara akan mengalami peningkatan apada saat bulan terjadinya Idul Fitri ketika Idul Fitri jatuh pada minggu ke-1, ke-2, dan ke-3.

## **4.2 Pemodelan *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal dengan ARIMA**

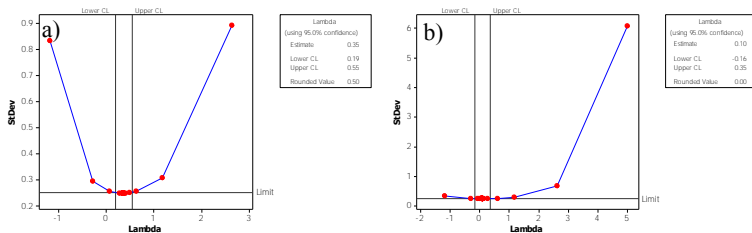
Dalam pemodelan ARIMA dilakukan analisis terhadap *outflow* dan *inflow* uang kartal. Langkah pemodelan dilakukan dengan prosedur Box Jenkins untuk mendapatkan model ARIMA terbaik yang akan digunakan untuk peramalan. Sebelum dilakukan pemodelan, data dibagi menjadi data *in sample* dan *out sample*. Data *in sample* digunakan untuk menentukan model, sedangkan data *out sample* digunakan untuk peramalan. Dalam penelitian ini digunakan 132 data *in sample* dan 12 data *out sample*. Dalam pemodelan juga dilakukan deteksi *outlier* terhadap residual dari model. Jika model tidak memenuhi asumsi residual maka diatasi dengan memasukkan *outlier* dalam ARIMA sehingga model menjadi ARIMAX dengan deteksi outlier.

### **4.2.1 Identifikasi Model *Time Series***

Langkah pertama yang dilakukan dalam prosedur Box-Jenkins adalah identifikasi model ARIMA. Tahap identifikasi meliputi pengujian stasioneritas data dan penentuan order lag dari model AR dan MA. Stasioneritas data terdiri dari stasioneritas dalam *mean* dan *varians*. Pengujian stasioneritas data dalam



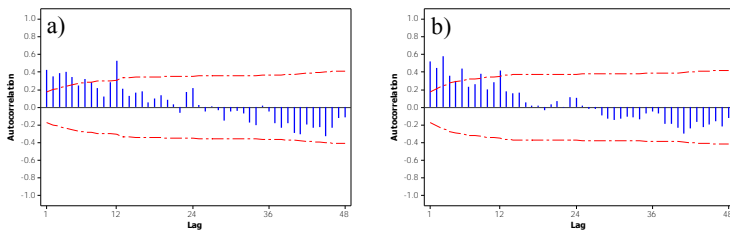
*varians* dapat menggunakan transformasi Box-Cox. Gambar 4.4 menunjukkan bahwa *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan belum stasioner, ditandai dengan nilai LCL dan UCL dari  $\lambda$  yang tidak melewati 1,00.



**Gambar 4.4** Plot Box-Cox Data di Sulawesi Selatan

a) *Outflow* b) *Inflow*

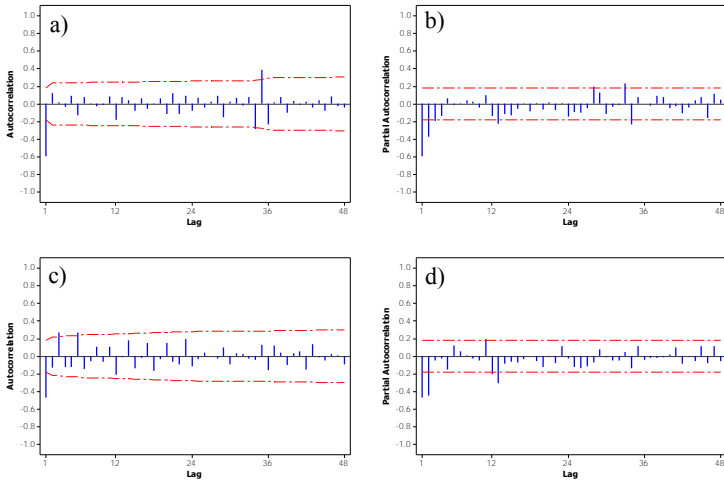
Pada lampiran juga terlihat bahwa data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, dan Sulawesi Tenggara masih belum stasioner dalam *varians*. Karena data belum stasioner dalam *varians* maka data ditransformasi sesuai dengan nilai  $\lambda$ . Selanjutnya data yang telah ditransformasi diuji stasioneritasnya dalam *mean* yang dapat dilihat dari plot ACF. Gambar 4.5 merupakan plot ACF dari data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan.



**Gambar 4.5** Plot ACF Data di Sulawesi Selatan a) *Outflow* b) *Inflow*

Plot ACF dari data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa data masih belum stasioner dalam *mean*. Pada lampiran terlihat bahwa data *outflow* uang kartal di semua wilayah telah stasioner dalam *mean*. Sedangkan untuk data *inflow* uang kartal di semua wilayah masih belum

stasioner dalam *mean*, sehingga perlu dilakukan *differencing* pada data. Karena semua data baik *outflow* dan *inflow* uang kartal di semua wilayah cenderung tinggi pada lag ke-12 maka perlu dilakukan *differencing* musiman pada lag tersebut. Berikut ini hasil dari *differencing* pada data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan.



**Gambar 4.6** Plot ACF dan PACF Data di Sulawesi Selatan a) Plot ACF *Outflow* b) Plot PACF *Outflow* c) Plot ACF *Inflow* d) Plot PACF *Inflow*

Dari Gambar 4.6 didapatkan dugaan model untuk data *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan adalah ARIMA (0,1,1) (0,1,1)<sup>12</sup>. Sedangkan dugaan model untuk data *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan adalah ARIMA (0,1,1)(1,1,0)<sup>12</sup> dan ARIMA (2,1,0)(1,1,0)<sup>12</sup>. Identifikasi model untuk data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, dan Sulawesi Tenggara dapat dilihat di lampiran. Hasil identifikasi model bisa menjadi tidak tepat jika terdapat *outlier* dalam model.

#### 4.2.2 Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter

Setelah mendapat model dugaan dari plot ACF dan PACF, selanjutnya dilakukan estimasi parameter. Estimasi

parameter model ARIMA dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *conditional least square*. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian signifikansi parameter. Hasil estimasi parameter dari data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan ditunjukkan pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMA  
Pada Data Sulawesi Selatan

Model ARIMA	Parameter	Estimasi	SE	T	P-value
<i>Outflow</i> ([35],1,1)(0,1,1) <sup>12</sup>	$\phi_{35}$	0.6104	0.1123	5.44	<0.001
	$\theta_1$	0.6843	0.0684	10.00	<0.001
	$\Theta_1$	0.5544	0.0900	6.16	<0.001
<i>Inflow</i> ([3,7,23,24],1,1)(1,1,0) <sup>12</sup> AO 97	$\phi_3$	0.2303	0.0834	2.76	0.007
	$\phi_7$	-0.2695	0.0833	-3.23	0.002
	$\phi_{23}$	0.3135	0.0937	3.35	0.001
	$\phi_{24}$	-0.2243	0.0921	-2.44	0.017
	$\theta_1$	0.5884	0.0853	6.90	<0.001
	$\Phi_1$	-0.3832	0.0926	-4.14	<0.001
	$w_{97}$	-2.2503	0.2656	-8.47	<0.001
	$\phi_1$	-0.7010	0.0911	-7.69	<0.001
<i>Inflow</i> (2,1,[7,23,35])(1,1,0) <sup>12</sup> AO 97	$\phi_2$	-0.3539	0.0926	-3.82	<0.001
	$\theta_7$	0.2319	0.0854	2.71	0.008
	$\theta_{23}$	-0.3729	0.0929	-4.01	<0.001
	$\theta_{35}$	-0.1989	0.1036	-1.92	0.057
	$\Phi_1$	-0.2881	0.0940	-3.06	0.003
	$w_{97}$	-2.3188	0.2549	-9.10	<0.001

Model yang terbentuk adalah model ARIMA dan model ARIMA dengan deteksi *outlier*. Berdasarkan hasil estimasi dan uji signifikansi parameter dari model ARIMA dan model ARIMA dengan deteksi *outlier* yang telah terbentuk didapatkan *p-value* lebih kecil dibandingkan dengan  $\alpha = 0.1$  untuk data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan. Jadi dapat dikatakan bahwa semua parameter telah signifikan pada taraf signifikansi 10%. Hasil estimasi parameter dan signifikansi parameter dari Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, dan Sulawesi Tenggara pada lampiran juga menunjukkan bahwa semua parameter telah signifikan pada taraf signifikansi 10%.

#### 4.2.3 Pengujian Diagnostik

Pengujian diagnostik dilakukan terhadap residual dari model. Pengujian terhadap residual meliputi pengujian terhadap pemenuhan asumsi *white noise* dan distribusi normal. Uji asumsi *white noise* dilakukan dengan statistic uji Ljung-Box. Hasil pengujian *white noise* pada residual model untuk *outflow* dan *inflow* Sulawesi Selatan ditampilkan pada Tabel 4.5 sebagai berikut.

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Ljung-Box Residual *White Noise* Model ARIMA Pada Data Sulawesi Selatan

Model ARIMA	Sampai Lag	Q	P-value
<i>Outflow</i> ([35],1,1)(0,1,1) <sup>12</sup>	12	8.98	0.705
	24	20.19	0.686
<i>Inflow</i> ([3,7,23,24],1,1)(1,1,0) <sup>12</sup> AO 97	12	6.77	0.873
	24	20.82	0.649
<i>Inflow</i> (2,1,[7,23,35])(1,1,0) <sup>12</sup> AO 97	12	5.07	0.956
	24	17.38	0.832

Berdasarkan pengujian Ljung-Box didapatkan bahwa *p-value* lebih besar dari taraf signifikansi 5% sehingga dapat dikatakan bahwa residual dari model untuk *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan telah memenuhi asumsi *white*

*noise*. Berdasarkan lampiran juga menunjukkan bahwa residual model untuk *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, dan Sulawesi Tenggara telah memenuhi asumsi *white noise*. Selanjutnya dilakukan pengujian normalitas pada residual dengan statistik uji Kolmogorov-Smirnov. Berikut ini hasil pengujian normalitas terhadap residual.

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian Normalitas Residual Model ARIMA

Data	Model ARIMA	Nilai KS	P-value
<i>Outflow</i> Sulawesi Selatan	$(([35], 1, 1)(0, 1, 1))^{12}$	0.0632	>0.150
<i>Inflow</i> Sulawesi Selatan	$(([3, 7, 23, 24], 1, 1)(1, 1, 0))^{12}$ AO 97	0.0594	>0.150
	$((2, 1, [7, 23, 35])(1, 1, 0))^{12}$ AO 97	0.0767	0.085
<i>Outflow</i> Sulawesi Tengah	$(([35, 39], 0, 0)(0, 1, 0))^{12}$ LS88, AO95, AO70	0.0709	0.142
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah	$((3, 1, 0)(0, 1, 0))^{12}$ AO97	0.0512	>0.150
	$((0, 1, 1)(0, 1, 0))^{12}$	0.0801	0.060
<i>Outflow</i> Sulawesi Utara	$(([2, 3, 15], 0, 0)(0, 1, 0))^{12}$ LS49	0.0744	0.099
<i>Inflow</i> Sulawesi Utara	$(([1, 2], 1, [24, 35])(0, 1, 0))^{12}$ AO97, AO98, LS49, AO95, AO108, AO74	0.0743	0.104
<i>Outflow</i> Sulawesi Tenggara	$(([4, 20], 0, 0)(1, 1, 0))^{12}$	0.0775	0.077
<i>Inflow</i> Sulawesi Tenggara	$((2, 1, [35])(0, 1, 1))^{12}$ $((0, 1, [1, 3])(0, 1, 1))^{12}$ LS76	0.0803	0.059
		0.0684	>0.150

Hasil pengujian normalitas terhadap residual dari model pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa *p-value* lebih dari taraf signifikansi 5%. Jadi dapat disimpulkan bahwa residual dari model *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi telah memenuhi asumsi berdistribusi normal. Hal ini dikarenakan adanya tambahan *outlier* dalam model ARIMA sehingga residual dari model yang awalnya tidak normal dapat menjadi normal.

#### 4.2.4 Peramalan Data *Out Sample*

Tahap selanjutnya setelah mendapatkan model ARIMA adalah melakukan peramalan untuk data *out sample*. Kemudian dilakukan penghitungan RMSE dari residual yang telah didapatkan. Setiap model yang ada akan dievaluasi berdasarkan nilai RMSE yang paling kecil. Berikut ini adalah nilai RMSE untuk data *in sample* dan *out sample* dari masing-masing model *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi.

**Tabel 4.7** Nilai RMSE dari Model ARIMA

Model ARIMA	RMSE	
	<i>In Sample</i>	<i>Out Sample</i>
<i>Outflow</i> Sulawesi Selatan ([35],1,1)(0,1,1) <sup>12</sup>	0.311	0.344
<i>Inflow</i> Sulawesi Selatan ([3,7,23,24],1,1)(1,1,0) <sup>12</sup> AO 97	0.285	0.676
<i>Inflow</i> Sulawesi Selatan (2,1,[7,23,35])(1,1,0) <sup>12</sup> AO 97	0.305	0.392
<i>Outflow</i> Sulawesi Tengah ([35,39],0,0)(0,1,0) <sup>12</sup> LS88, AO95, AO70	0.108	0.202
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah (3,1,0)(0,1,0) <sup>12</sup> AO97	0.093	0.085
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah (0,1,1)(0,1,0) <sup>12</sup>	0.115	0.068
<i>Outflow</i> Sulawesi Utara ([2,3,15],0,0)(0,1,0) <sup>12</sup> LS49	0.113	0.355
<i>Inflow</i> Sulawesi Utara ([1,2],1,[24,35])(0,1,0) <sup>12</sup> AO97, AO98, LS49, AO95, AO108, AO74	0.127	0.287
<i>Outflow</i> Sulawesi Tenggara ([4,20],0,0)(1,1,0) <sup>12</sup>	0.120	0.146
<i>Inflow</i> Sulawesi Tenggara (2,1,[35])(0,1,1) <sup>12</sup>	0.066	0.116
<i>Inflow</i> Sulawesi Tenggara (0,1,[1,3])(0,1,1) <sup>12</sup> LS76	0.069	0.142

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui nilai RMSE dari data *in sample* dan *out sample* untuk masing-masing model. Pemilihan model yang terbaik dilihat dari nilai RMSE data *out sample* yang paling kecil. Pemilihan model terbaik dilakukan terhadap model untuk data *inflow* Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Tenggara. Model terbaik untuk data *inflow* Sulawesi Selatan adalah ARIMA (2,1,[7,23,35])(1,1,0)<sup>12</sup> dengan *additive outlier* (AO) 97. Sedangkan model terbaik untuk data *inflow* Sulawesi Tengah dan Sulawesi Tenggara adalah ARIMA (0,1,1)(0,1,0)<sup>12</sup> dan ARIMA (2,1,[35])(0,1,1)<sup>12</sup>.

### 4.3 Penentuan Variabel *Dummy*

Pada hasil pembahasan sebelumnya telah diketahui bahwa hari raya Idul Fitri dan minggu terjadinya Idul Fitri berpengaruh terhadap *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi sehingga akan digunakan untuk menentukan variabel yang merupakan efek variasi kalender. Variabel yang digunakan untuk mewakili efek variasi kalender adalah variabel *dummy* dengan periode mingguan pada periode satu bulan sebelum terjadinya Idul Fitri dan periode bulat saat Idul Fitri untuk data *outflow*. Sedangkan variabel *dummy* untuk data *inflow* adalah bulan saat Idul Fitri dan satu bulan setelah Idul Fitri dalam periode mingguan.

$$L_{i,t} = \begin{cases} 1 & , \text{kejadian Idul Fitri di bulan ke-}t \text{ minggu ke-}i \\ 0 & , \text{bulan lainnya} \end{cases}$$

$$L_{i,(t-1)} = \begin{cases} 1 & , \text{kejadian Idul Fitri di bulan ke-}(t-1) \text{ minggu ke-}i \\ 0 & , \text{bulan lainnya} \end{cases}$$

$$L_{i,(t+1)} = \begin{cases} 1 & , \text{kejadian Idul Fitri di bulan ke-}(t+1) \text{ minggu ke-}i \\ 0 & , \text{bulan lainnya} \end{cases}$$

dengan  $i = 1, 2, 3, 4$ .

Variabel  $t$  akan digunakan untuk menyatakan tren positif pada pola *time series outflow* dan *inflow* uang kartal,  $t$  merupakan urutan periode bulanan, sehingga nilai  $t$  adalah  $1, 2, \dots, 144$ . Pada

plot *time series outflow* dan *inflow* uang kartal juga terlihat adanya perubahan pola akibat dari adanya perubahan peraturan dari Bank Indonesia terkait *outflow* dan *inflow* uang kartal. Perubahan pola ini terjadi dalam dua periode yaitu yang pertama adalah pada Januari 2007 hingga Desember 2010 dan yang kedua adalah pada Januari 2011 hingga Desember 2014. Variabel *dummy*  $D_i$  dengan  $i=1,2$  akan digunakan untuk menyatakan dari adanya perubahan pola akibat perubahan peraturan Bank Indonesia terkait *outflow* dan *inflow* uang kartal. Perubahan pola ini juga terkadang mengandung unsur tren sehingga dibuat variabel tambahan yaitu variabel  $tD_i$  dengan  $i=1,2$ . Sedangkan pola musiman akan diwakili dengan variabel *dummy* bulan yaitu  $M_{1,t}, M_{2,t}, \dots, M_{12,t}$ . Indeks  $1,2, \dots, 12$  menyatakan bulan Januari, Februari hingga Desember.

#### **4.4 Pemodelan *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal dengan Regresi *Time Series***

Variabel-variabel yang telah ditentukan selanjutnya akan dimodelkan dengan regresi *time series*. Tabel 4.8 menunjukkan hasil estimasi dan signifikansi parameter dari model regresi *time series* untuk data *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan. Hasil signifikansi parameter menunjukkan bahwa ada beberapa variabel yang memiliki *p-value* lebih dari taraf signifikansi 10%, yang artinya terdapat beberapa variabel yang tidak signifikan terhadap *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan. Namun sebelum melakukan eliminasi terhadap variabel yang tidak signifikan menggunakan metode eliminasi *backward*, terlebih dahulu dilakukan pengujian *white noise* terhadap residual dari model. Pemenuhan asumsi residual *white noise* terlebih dahulu bertujuan untuk memudahkan pemodelan, sehingga nantinya model yang telah dilakukan eliminasi terhadap variabel yang tidak signifikan dapat secara langsung memenuhi asumsi residual *white noise*. Hal ini tidak hanya diterapkan pada model *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan saja, tetapi juga diterapkan terhadap model regresi

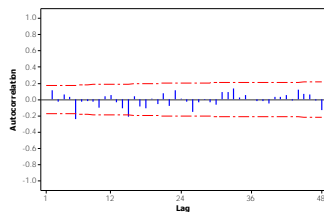


*time series* lainnya. Berikut ini hasil pemodelan menggunakan regresi *time series*.

**Tabel 4.8** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series* untuk Data *Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Selatan

Variabel	Estimasi	SE	t	P-value
t	0.0056	0.0026	2.17	0.032
D <sub>1,t</sub>	-0.2421	0.2023	-1.20	0.234
D <sub>2,t</sub>	-1.8255	0.4718	-3.87	0.000
tD <sub>1,t</sub>	-0.0034	0.0036	-0.95	0.344
tD <sub>2,t</sub>	0.0150	0.0048	3.13	0.002
M <sub>1,t</sub>	0.1971	0.0979	2.01	0.046
M <sub>2,t</sub>	0.1528	0.0983	1.55	0.123
M <sub>3,t</sub>	0.2876	0.0989	2.91	0.004
M <sub>4,t</sub>	0.4901	0.0994	4.93	0.000
M <sub>5,t</sub>	0.4423	0.1000	4.42	0.000
M <sub>6,t</sub>	0.5129	0.1005	5.10	0.000
M <sub>7,t</sub>	0.4973	0.1043	4.77	0.000
M <sub>8,t</sub>	0.3627	0.1076	3.37	0.001
M <sub>9,t</sub>	0.3612	0.1085	3.33	0.001
M <sub>10,t</sub>	0.2208	0.1110	1.99	0.049
M <sub>11,t</sub>	0.3268	0.1071	3.05	0.003
M <sub>12,t</sub>	0.8461	0.1047	8.08	0.000
L <sub>1,t</sub>	-0.0384	0.1841	-0.21	0.835
L <sub>2,t</sub>	0.3925	0.1313	2.99	0.003
L <sub>3,t</sub>	0.7769	0.1843	4.22	0.000
L <sub>4,t</sub>	0.7605	0.1525	4.99	0.000
L <sub>1,(t-1)</sub>	0.9487	0.1849	5.13	0.000
L <sub>2,(t-1)</sub>	0.3423	0.1313	2.61	0.010
L <sub>3,(t-1)</sub>	0.0643	0.1834	0.35	0.726
L <sub>4,(t-1)</sub>	0.0778	0.1525	0.51	0.611

Pengujian asumsi residual *white noise* dapat menggunakan plot ACF. Plot ACF residual dari model pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa terdapat dua lag yang keluar dari batas signifikansi. Lag yang keluar tersebut adalah lag-6 dan lag-15. Untuk mendapatkan model dengan residual yang *white noise* maka kedua lag yang keluar tersebut dimasukkan dalam model.



**Gambar 4.7** Plot ACF Residual dari Model Regresi *Time Series*

Setelah memasukkan lag yang signifikan ke dalam model, maka selanjutnya dilakukan eliminasi terhadap variabel yang tidak signifikan.

**Tabel 4.9** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series* untuk Data *Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Selatan dengan Tambahan Lag

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
T	0.0062	0.0036	1.71	0.090
$D_{2,t}$	-2.6882	0.5606	-4.80	0.000
$tD_{1,t}$	-0.0079	0.0023	-3.45	0.001
$tD_{2,t}$	0.0228	0.0061	3.72	0.000
$M_{1,t}$	0.3754	0.1555	2.41	0.018
$M_{2,t}$	0.3769	0.1616	2.33	0.022
$M_{3,t}$	0.5946	0.1735	3.43	0.001
$M_{4,t}$	0.6623	0.1460	4.54	0.000
$M_{5,t}$	0.5899	0.1454	4.06	0.000
$M_{6,t}$	0.7701	0.1610	4.78	0.000
$M_{7,t}$	0.6863	0.1526	4.50	0.000
$M_{8,t}$	0.4879	0.1539	3.17	0.002
$M_{9,t}$	0.5556	0.1630	3.41	0.001
$M_{10,t}$	0.4122	0.1639	2.51	0.014
$M_{11,t}$	0.5959	0.1644	3.62	0.000
$M_{12,t}$	1.1146	0.1664	6.70	0.000
$L_{2,t}$	0.3544	0.1289	2.75	0.007
$L_{3,t}$	0.7528	0.1807	4.17	0.000
$L_{4,t}$	1.0080	0.1843	5.47	0.000
$L_{1,(t-1)}$	0.9519	0.1800	5.29	0.000
$L_{2,(t-1)}$	0.2884	0.1298	2.22	0.029
AR(6)	-0.2246	0.0817	-2.75	0.007
AR(15)	-0.1655	0.0827	-2.00	0.048

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa variabel *dummy*  $D_1$  yang menunjukkan perubahan peraturan Bank Indonesia tentang *outflow* dan *inflow* uang kartal yang berlaku mulai Januari 2007 hingga Desember 2010 tidak berpengaruh signifikan terhadap *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan. Variabel lainnya yang tidak signifikan adalah variabel  $L_{1,t}$ ,  $L_{3,(t-1)}$ , dan  $L_{4,(t-1)}$ . Hal ini menunjukkan bahwa saat Idul Fitri terjadi pada minggu ke-1 akan berpengaruh terhadap *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan pada satu bulan sebelum Idul Fitri. Ketika Idul Fitri terjadi pada minggu ke-3 dan ke-4 maka akan berpengaruh terhadap *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan pada bulan terjadinya Idul Fitri. Model *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan juga dipengaruhi adanya tren. Hal ini dapat terlihat dari variabel  $t$ ,  $tD_1$ , dan  $tD_2$  yang signifikan. Variabel musiman pada bulan juga berpengaruh terhadap *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan. Rata-rata *outflow* uang kartal pada setiap bulan berbeda-beda, sehingga dapat menyebabkan semua variabel musiman signifikan. Jika dilihat dari estimasi parameternya, Bulan Desember merupakan bulan dengan *outflow* uang kartal tertinggi.

Setiap wilayah di Sulawesi memiliki karakteristik yang berbeda-beda sehingga didapatkan model yang berbeda pula. Hasil estimasi dan signifikansi dari model terbaik untuk *outflow* uang kartal di wilayah Sulawesi yang lainnya dapat dilihat pada lampiran. *P-value* dari semua parameter model yang telah dilakukan eliminasi memiliki nilai yang lebih dari taraf signifikansi 10%, sehingga dapat dikatakan semua parameter telah signifikan. Setelah dilakukan pemodelan regresi *time series* untuk data *outflow* uang kartal, maka selanjutnya dilakukan pemodelan regresi *time series* untuk data *inflow* uang kartal. Berikut ini hasil pemodelan regresi *time series* untuk data *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan setelah memasukkan lag yang signifikan dan melakukan eliminasi terhadap variabel yang tidak signifikan.

**Tabel 4.10** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series* untuk Data *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Selatan dengan Tambahan Lag

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
$D_{2,t}$	-2.9682	0.4995	-5.94	0.000
$tD_{1,t}$	-0.0035	0.0008	-4.23	0.000
$tD_{2,t}$	0.0292	0.0043	6.75	0.000
$M_{1,t}$	1.4234	0.1274	11.17	0.000
$M_{2,t}$	1.0207	0.1139	8.96	0.000
$M_{3,t}$	0.7349	0.1057	6.95	0.000
$M_{4,t}$	0.6562	0.1030	6.37	0.000
$M_{5,t}$	0.6744	0.1021	6.60	0.000
$M_{6,t}$	0.6780	0.1046	6.48	0.000
$M_{7,t}$	0.9182	0.1128	8.14	0.000
$M_{8,t}$	0.9597	0.1084	8.85	0.000
$M_{9,t}$	0.7698	0.1250	6.16	0.000
$M_{10,t}$	1.0107	0.1311	7.71	0.000
$M_{11,t}$	0.8781	0.1269	6.92	0.000
$M_{12,t}$	0.5795	0.1084	5.34	0.000
$L_{1,t}$	0.6383	0.1895	3.37	0.001
$L_{2,t}$	0.5321	0.1556	3.42	0.001
$L_{1,t(t+1)}$	0.3571	0.1924	1.86	0.067
$L_{3,t(t+1)}$	0.3168	0.1884	1.68	0.096
$L_{4,t(t+1)}$	0.9530	0.1922	4.96	0.000
AR(24)	-0.2658	0.0916	-2.90	0.005

Informasi yang didapatkan dari Tabel 4.10 adalah variabel *dummy*  $D_1$  yang menunjukkan perubahan peraturan Bank Indonesia tentang *outflow* dan *inflow* uang kartal yang berlaku mulai Januari 2007 hingga Desember 2010 tidak berpengaruh signifikan terhadap *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan. Variabel tren juga tidak berpengaruh terhadap *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan. Variabel lainnya yang tidak signifikan adalah variabel  $L_{3,t}$ ,  $L_{4,t}$ , dan  $L_{2,t(t+1)}$ . Hal ini menunjukkan bahwa saat Idul Fitri terjadi pada minggu ke-2 akan berpengaruh terhadap *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan pada bulan Idul Fitri. Ketika Idul Fitri terjadi pada minggu ke-3 dan ke-4 maka akan berpengaruh terhadap *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan pada satu bulan setelah terjadinya Idul Fitri. Lampiran merupakan hasil

pemodelan regresi *time series* pada data *inflow* uang kartal di wilayah Sulawesi lainnya setelah memasukkan lag yang signifikan ke dalam model dan melakukan eliminasi terhadap variabel yang tidak signifikan.

Setelah didapatkan model untuk *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi, maka selanjutnya dilakukan pemeriksaan diagnostik. Pemeriksaan diagnostik meliputi pemeriksaan residual *white noise* dan berdistribusi normal. Pemeriksaan asumsi *white noise* kembali dilakukan terhadap residual dari model untuk lebih memastikan apakah residual telah memenuhi asumsi *white noise* atau tidak. Hasil pengujian asumsi *white noise* menggunakan statistik uji Ljung-Box berada pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11** Hasil Pengujian Ljung-Box Residual *White Noise* Model Regresi *Time Series*

Data	Sampai Lag	Outflow		Inflow	
		Q	P-value	Q	P-value
Sulawesi Selatan	12	8.92	0.709	8.00	0.785
	24	20.79	0.651	25.46	0.381
Sulawesi Tengah	12	14.06	0.297	10.10	0.607
	24	24.28	0.446	18.68	0.769
Sulawesi Utara	12	13.69	0.321	11.62	0.477
	24	22.94	0.524	20.86	0.647
Sulawesi Tenggara	12	7.69	0.809	8.82	0.718
	24	14.95	0.922	20.35	0.677

Menurut hasil pengujian asumsi *white noise* terhadap residual dari model regresi *time series* yang telah ditampilkan pada Tabel 4.11 didapatkan *p-value* lebih besar dari taraf signifikansi 5%. Jadi dapat dikatakan bahwa residual dari model regresi *time series* untuk data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi telah memenuhi asumsi *white noise*. Pemeriksaan diagnostik terhadap residual dari model selanjutnya adalah pengujian normalitas pada residual. Pengujian normalitas pada residual dilakukan dengan uji statistik Kolmogorov-Smirnov.

Berikut ini hasil pengujian normalitas pada residual dari model regresi *time series* untuk data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi.

**Tabel 4.12** Hasil Pengujian Normalitas Residual Model Regresi *Time Series*

Data	Nilai KS	P-value
<i>Outflow</i> Sulawesi Selatan	0.063	>0.150
<i>Inflow</i> Sulawesi Selatan	0.070	>0.150
<i>Outflow</i> Sulawesi Tengah	0.099	0.027
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah	0.124	<0.010
<i>Outflow</i> Sulawesi Utara	0.054	>0.150
<i>Inflow</i> Sulawesi Utara	0.116	<0.010
<i>Outflow</i> Sulawesi Tenggara	0.045	>0.150
<i>Inflow</i> Sulawesi Tenggara	0.075	0.067

Hasil pengujian normalitas residual dari model regresi *time series* pada Tabel 4.12 terdapat tiga model yang memiliki *p-value* kurang dari taraf signifikansi 5%. Hal ini menunjukkan bahwa residual dari ketiga model tersebut tidak memenuhi asumsi distribusi normal. Ketiga model tersebut antara lain model *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi tengah serta *inflow* uang kartal di Sulawesi Utara. Selanjutnya dari ketiga model tersebut dilakukan identifikasi *outlier* dan memasukkan *outlier* ke dalam model. Estimasi dan signifikansi parameter dari ketiga model tersebut dapat dilihat pada lampiran.

Dalam penelitian ini *outlier* dalam model dibatasi hingga 20 *outlier*. Setelah memasukkan beberapa *outlier* dalam model terjadi penambahan lag dan pengurangan variabel. Hal ini dapat terjadi karena ketika menambahkan *outlier* model yang awalnya telah memenuhi asumsi *white noise* menjadi tidak memenuhi asumsi. Begitu juga yang terjadi pada pengurangan variabel, variabel yang awalnya signifikan ketika terjadi penambahan *outlier* menjadi tidak signifikan. Pengujian asumsi residual *white*

*noise* dilakukan kembali terhadap model yang telah mengandung *outlier*.

**Tabel 4.13** Hasil Pengujian Ljung-Box Residual *White Noise* Model Regresi *Time Series* dengan Penambahan *Outlier*

Data	Sampai Lag	Q	P-value
Outflow Sulawesi Tengah	12	10.69	0.556
	24	19.56	0.722
Inflow Sulawesi Tengah	12	8.36	0.757
	24	20.51	0.668
Inflow Sulawesi Utara	12	22.36	0.034
	24	34.00	0.085

Dari Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa untuk model regresi *time series* dengan penambahan *outlier* pada data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Tengah telah memenuhi asumsi residual *white noise*. Namun, model regresi *time series* untuk data *inflow* uang kartal di Sulawesi Utara masih belum memenuhi asumsi residual *white noise*. Hal ini dapat terlihat dari *p-value* yang kurang dari taraf signifikansi 5%. Untuk mengetahui lebih tepatnya pada lag ke berapa yang signifikan dapat dilihat dari nilai ACF dari residual berikut ini.

**Tabel 4.14** ACF Residual Model Regresi *Time Series* dengan Tambahan *Outlier* untuk Data *Inflow* Sulawesi Utara

Sampai Lag		ACF				
6	0.219	0.169	0.084	0.008	-0.077	0.167
12	-0.062	0.197	0.097	0.040	-0.138	-0.054

Nilai ACF pada lag ke-1 terlihat pada Tabel 4.14 sebesar 0.219. Lag ke-1 inilah yang menyebabkan residual tidak memenuhi asumsi *white noise*. Meskipun dalam model telah menambahkan lag-1 dan telah signifikan namun residual tetap tidak memenuhi asumsi *white noise*. Salah satu kekurangan dari regresi *time series* adalah tidak bisa menangkap lag secara tepat, karena lag hanya hanya ditangkap dengan model *autoregressive*

(AR). Residual dari model terbaru untuk *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Tengah serta *inflow* uang kartal di Sulawesi Utara diuji normalitasnya kembali.

**Tabel 4.15** Hasil Pengujian Normalitas Residual Model Regresi *Time Series* dengan Penambahan *Outlier*

Data	Nilai KS	P-value	Skewness	
			Sebelum	Sesudah
<i>Outflow</i> Sulawesi Tengah	0.078	0.073	1.240	1.000
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah	0.179	<0.010	0.640	0.370
<i>Inflow</i> Sulawesi Utara	0.125	<0.010	0.240	-0.150

Tabel 4.15 memberikan informasi hasil pengujian normalitas terhadap residual dari model regresi *time series* yang telah ditambahkan *outlier* dalam model. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa model yang telah memenuhi asumsi normalitas pada residualnya adalah model regresi *time series* untuk *outflow* uang kartal di Sulawesi Tengah. Sedangkan *p-value* untuk model *inflow* uang kartal di Sulawesi Tengah dan Sulawesi Utara lebih kecil dibandingkan dengan taraf signifikansi 5%. Meskipun dengan penambahan *outlier* dalam model tidak dapat mengatasi residual yang tidak normal, tetapi *skewness* dari residual setelah penambahan *outlier* menjadi semakin kecil.

Berikut adalah persamaan matematis model regresi *time series* untuk *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan.

$$\begin{aligned}
 Y_{1,t} = & 0.0062t - 2.6882D_{2,t} - 0.0079tD_{1,t} + 0.0228tD_{2,t} + 0.3754M_{1,t} \\
 & + 0.3769M_{2,t} + 0.5946M_{3,t} + 0.6623M_{4,t} + 0.5899M_{5,t} + 0.7701M_{6,t} \\
 & + 0.6863M_{7,t} + 0.4879M_{8,t} + 0.5556M_{9,t} + 0.4122M_{10,t} + 0.5959M_{11,t} \\
 & + 1.1146M_{12,t} + 0.3544L_{2,t} + 0.7528L_{3,t} + 1.008L_{4,t} + 0.9519L_{1,(t-1)} \\
 & + 0.2884L_{2,(t-1)} - 0.2246Y_{1,(t-6)} - 0.1655Y_{1,(t-15)} + a_t.
 \end{aligned}$$

Sedangkan, persamaan matematis model regresi *time series* untuk *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan adalah sebagai berikut.



$$\begin{aligned}
Y_{5,t} = & -2.9682D_{2,t} - 0.0035tD_{1,t} + 0.0292tD_{2,t} + 1.4234M_{1,t} + 1.0207M_{2,t} \\
& + 0.7349M_{3,t} + 0.6562M_{4,t} + 0.6744M_{5,t} + 0.6780M_{6,t} + 0.9182M_{7,t} \\
& + 0.9597M_{8,t} + 0.7698M_{9,t} + 1.0107M_{10,t} + 0.8781M_{11,t} + 0.5795M_{12,t} \\
& + 0.6383L_{1,t} + 0.5321L_{2,t} + 0.3571L_{1,(t+1)} + 0.3168L_{3,(t+1)} + 0.9530L_{4,(t+1)} \\
& - 0.2658Y_{5,(t-24)} + a_t.
\end{aligned}$$

Setelah didapatkan model regresi *time series* untuk *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi selanjutnya dilakukan peramalan untuk data *out sample* dan penghitungan RMSE. Hasil penghitungan RMSE dari data *in sample* dan *out sample outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi ditunjukkan pada Tabel 4.16.

**Tabel 4.16** Nilai RMSE dari Model Regresi *Time Series*

Data	RMSE	
	<i>In Sample</i>	<i>Out Sample</i>
<i>Outflow</i> Sulawesi Selatan	0.213	0.383
<i>Inflow</i> Sulawesi Selatan	0.284	0.473
<i>Outflow</i> Sulawesi Tengah	0.097	0.142
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah	0.019	0.179
<i>Outflow</i> Sulawesi Utara	0.092	0.257
<i>Inflow</i> Sulawesi Utara	0.031	0.269
<i>Outflow</i> Sulawesi Tenggara	0.084	0.112
<i>Inflow</i> Sulawesi Tenggara	0.040	0.079

#### 4.5 Pemodelan ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender Terhadap *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal

Pemodelan ARIMAX dengan efek variasi kalender terhadap *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi memiliki tahapan yang sama dengan pemodelan regresi *time series*. Perbedaan dari kedua pemodelan ini terletak pada cara mengatasi lag yang signifikan pada uji residual *white noise* dan juga jenis *outlier* yang digunakan. Dalam pemodelan ARIMAX dengan efek variasi kalender, cara mengatasi lag yang signifikan pada uji residual *white noise* adalah dengan memodelkan residual tersebut dengan model ARMA. *Outlier* yang digunakan dalam pemodelan

ARIMAX dengan efek variasi kalender adalah *outlier* dengan tipe *additive* dan *level shift*. Tabel 4.17 berikut ini menunjukkan hasil dari pemodelan ARIMAX dengan efek variasi kalender yang telah ditambahkan lag dan *outlier* dalam model.

**Tabel 4.17** Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX untuk Data *Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Selatan

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
t	0.0062	0.0019	3.30	0.0013
D <sub>2,t</sub>	-1.6329	0.4271	-3.82	0.0002
tD <sub>1,t</sub>	-0.0073	0.0014	-5.15	<.0001
tD <sub>2,t</sub>	0.0129	0.0041	3.13	0.0022
M <sub>1,t</sub>	0.1482	0.0824	1.80	0.0749
M <sub>2,t</sub>	0.1523	0.0832	1.83	0.0700
M <sub>3,t</sub>	0.2553	0.0836	3.05	0.0028
M <sub>4,t</sub>	0.4983	0.0849	5.87	<.0001
M <sub>5,t</sub>	0.4302	0.0854	5.04	<.0001
M <sub>6,t</sub>	0.4993	0.0858	5.82	<.0001
M <sub>7,t</sub>	0.5069	0.0896	5.66	<.0001
M <sub>8,t</sub>	0.3845	0.0922	4.17	<.0001
M <sub>9,t</sub>	0.3898	0.0936	4.17	<.0001
M <sub>10,t</sub>	0.2182	0.0947	2.30	0.0232
M <sub>11,t</sub>	0.3288	0.0929	3.54	0.0006
M <sub>12,t</sub>	0.8314	0.0919	9.04	<.0001
L <sub>2,t</sub>	0.3439	0.1078	3.19	0.0019
L <sub>3,t</sub>	0.9074	0.1748	5.19	<.0001
L <sub>4,t</sub>	0.6694	0.1284	5.22	<.0001
L <sub>1,(t-1)</sub>	0.7767	0.1502	5.17	<.0001
L <sub>2,(t-1)</sub>	0.2108	0.1082	1.95	0.0540
MA(6)	0.4105	0.1001	4.10	<.0001
MA(15)	0.4071	0.1039	3.92	0.0002

Bulan Januari, Februari, dan Maret dalam model ARIMAX dengan variasi kalender tidak signifikan terhadap *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan. Idul Fitri yang jatuh pada minggu pertama akan berpengaruh signifikan terhadap *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan pada satu bulan sebelum Idul Fitri. Dalam model ini juga melibatkan lag yang ditangkap dengan orde MA. Selanjutnya juga akan dilakukan pemodelan

ARIMAX dengan variasi kalender untuk data *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan.

**Tabel 4.18** Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX untuk Data *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Selatan

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
t	0.0105	0.0015	7.04	<.0001
D <sub>2,t</sub>	-2.3920	0.5830	-4.10	<.0001
tD <sub>1,t</sub>	-0.0101	0.0013	-7.50	<.0001
tD <sub>2,t</sub>	0.0161	0.0055	2.92	0.0042
M <sub>1,t</sub>	0.8272	0.0357	23.15	<.0001
M <sub>2,t</sub>	0.5412	0.0359	15.09	<.0001
M <sub>3,t</sub>	0.3513	0.0367	9.58	<.0001
M <sub>4,t</sub>	0.2879	0.0372	7.74	<.0001
M <sub>5,t</sub>	0.2653	0.0375	7.08	<.0001
M <sub>6,t</sub>	0.3108	0.0387	8.03	<.0001
M <sub>7,t</sub>	0.4992	0.0397	12.58	<.0001
M <sub>8,t</sub>	0.4110	0.0397	10.35	<.0001
M <sub>9,t</sub>	0.3366	0.0448	7.51	<.0001
M <sub>10,t</sub>	0.5161	0.0487	10.60	<.0001
M <sub>11,t</sub>	0.3759	0.0499	7.53	<.0001
M <sub>12,t</sub>	0.2222	0.0458	4.85	<.0001
L <sub>1,t</sub>	0.5328	0.1422	3.75	0.0003
L <sub>2,t</sub>	0.2128	0.1135	1.87	0.0635
L <sub>3,t</sub>	0.4276	0.1588	2.69	0.0082
L <sub>-3,(t+1)</sub>	0.3595	0.1717	2.09	0.0386
L <sub>-4,(t+1)</sub>	0.6049	0.0975	6.20	<.0001
MA(24)	0.9763	0.0806	12.12	<.0001

Pada Tabel 4.18 menunjukkan bahwa Idul Fitri yang jatuh pada minggu ke-4 akan berpengaruh terhadap *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan pada satu bulan setelah Idul Fitri. Semua variabel bulan dalam model ini signifikan terhadap *inflow* uang kartal. Estimasi dan signifikansi parameter model ARIMAX dengan efek variasi kalender untuk data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara, dan Sulawesi Tenggara berada pada lampiran. Pemodelan ARIMAX dengan efek variasi kalender untuk data *inflow* uang kartal di Sulawesi Tenggara tidak dilakukan karena dalam model regresi *time series*

telah memenuhi asumsi *white noise*. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan diagnostik terhadap residual yang meliputi pengujian residual *white noise* dan berdistribusi normal. Berikut ini hasil pengujian residual *white noise* pada data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan.

**Tabel 4.19** Hasil Pengujian Ljung-Box Residual *White Noise* Model ARIMAX

Data	Sampai Lag	Outflow		Inflow	
		Q	P-value	Q	P-value
Sulawesi Selatan	12	8.98	0.705	6.46	0.891
	24	20.19	0.686	13.96	0.948
Sulawesi Tengah	12	8.16	0.773	11.90	0.454
	24	19.37	0.732	21.68	0.598
Sulawesi Utara	12	12.55	0.403	8.45	0.749
	24	20.35	0.677	29.23	0.212
Sulawesi Tenggara	12	14.29	0.283	-	-
	24	25.87	0.359	-	-

Menurut hasil pengujian asumsi *white noise* terhadap residual dari model ARIMAX dengan efek variasi kalender yang telah ditampilkan pada Tabel 4.19 didapatkan *p-value* lebih besar dari taraf signifikansi 5%. Jadi dapat dikatakan bahwa residual dari model ARIMAX dengan efek variasi kalender untuk data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi telah memenuhi asumsi *white noise*. Pemeriksaan diagnostik terhadap residual dari model selanjutnya adalah pengujian normalitas pada residual. Pengujian normalitas pada residual dilakukan dengan uji statistik Kolmogorov-Smirnov. Berikut ini hasil pengujian normalitas pada residual dari model ARIMAX dengan efek variasi kalender untuk data *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi.

**Tabel 4.20** Hasil Pengujian Normalitas Residual Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender

Data	Nilai KS	P-value
<i>Outflow</i> Sulawesi Selatan	0.077	0.052
<i>Inflow</i> Sulawesi Selatan	0.075	0.072
<i>Outflow</i> Sulawesi Tengah	0.058	>0.150
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah	0.085	0.028
<i>Outflow</i> Sulawesi Utara	0.047	>0.150
<i>Inflow</i> Sulawesi Utara	0.077	0.055
<i>Outflow</i> Sulawesi Tenggara	0.071	0.103

Tabel 4.20 memberikan informasi hasil pengujian normalitas terhadap residual dari model ARIMAX dengan efek variasi kalender. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa terdapat model yang tidak memenuhi asumsi normalitas pada residualnya yaitu model untuk *inflow* uang kartal di Sulawesi Tengah. Meskipun dengan penambahan *outlier* dalam model tidak dapat mengatasi residual yang tidak normal, hal ini dikarenakan nilai kurtosis yaitu sebesar 3.477 yang menyebabkan kurva distribusi normal dari residual membentuk kurva leptokurtik. Sedangkan nilai *skewness* untuk model tersebut telah mendekati distribusi normal yaitu sebesar -0.370.

Berikut adalah persamaan matematis model ARIMAX dengan efek variasi kalender untuk *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan,

$$\begin{aligned}
 Y_{1,t} = & 0.0062t - 1.6329D_{2,t} - 0.0073tD_{1,t} + 0.0129tD_{2,t} + 0.1482M_{1,t} \\
 & + 0.1523M_{2,t} + 0.2553M_{3,t} + 0.4983M_{4,t} + 0.4302M_{5,t} + 0.4993M_{6,t} \\
 & + 0.5069M_{7,t} + 0.3845M_{8,t} + 0.3898M_{9,t} + 0.2182M_{10,t} + 0.3288M_{11,t} \\
 & + 0.8314M_{12,t} + 0.3439L_{2,t} + 0.9074L_{3,t} + 0.6694L_{4,t} + 0.7767L_{1,(t-1)} \\
 & + 0.2108L_{2,(t-1)} - 0.4105a_{(t-6)} - 0.4071a_{(t-15)} + a_t.
 \end{aligned}$$

Sedangkan persamaan matematis model ARIMAX dengan efek variasi kalender untuk *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan sebagai berikut,

$$\begin{aligned}
Y_{5,t} = & 0.0105t - 2.3920D_{2,t} - 0.0101tD_{1,t} + 0.0161tD_{2,t} + 0.8272M_{1,t} + 0.5412M_{2,t} \\
& + 0.3513M_{3,t} + 0.2879M_{4,t} + 0.2653M_{5,t} + 0.3108M_{6,t} + 0.4992M_{7,t} \\
& + 0.4110M_{8,t} + 0.3366M_{9,t} + 0.5161M_{10,t} + 0.3759M_{11,t} + 0.2222M_{12,t} \\
& + 0.5328L_{1,t} + 0.2128L_{2,t} + 0.4276L_{3,t} + 0.3595L_{3,(t-1)} + 0.6049L_{4,(t-1)} \\
& - 0.9763a_{(t-24)} + a_t.
\end{aligned}$$

Setelah didapatkan model ARIMAX untuk *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi, selanjutnya dilakukan peramalan untuk data *out sample* dan penghitungan RMSE. Hasil penghitungan RMSE dari data *in sample* dan *out sample outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan ditunjukkan pada Tabel 4.21.

**Tabel 4.21** Nilai RMSE dari Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender

Data	RMSE	
	<i>In Sample</i>	<i>Out Sample</i>
<i>Outflow</i> Sulawesi Selatan	0.211	0.469
<i>Inflow</i> Sulawesi Selatan	0.200	0.651
<i>Outflow</i> Sulawesi Tengah	0.074	0.162
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah	0.033	0.181
<i>Outflow</i> Sulawesi Utara	0.095	0.247
<i>Inflow</i> Sulawesi Utara	0.055	0.296
<i>Outflow</i> Sulawesi Tenggara	0.082	0.122
<i>Inflow</i> Sulawesi Tenggara	-	-

#### 4.6 Perbandingan Hasil Pemodelan *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi

Setelah didapatkan model ARIMA, regresi *time series*, serta ARIMAX yang sesuai untuk meramalkan *outflow* dan *inflow* uang kartal selanjutnya dilakukan pemilihan model terbaik. Ukuran kriteria yang digunakan adalah RMSE. Dari hasil analisis sebelumnya telah dihitung RMSE untuk masing-masing model. Selanjutnya dari RMSE masing-masing model dilakukan perbandingan untuk memilih model yang terbaik yang nantinya akan digunakan untuk peramalan 12 bulan ke depan. Model

terbaik yang terpilih berdasarkan RMSE dari *out sample* yang terkecil ditampilkan pada Tabel 4.22.

**Tabel 4.22** Model Terbaik dari Pemodelan ARIMA, Regresi *Time Series*, dan ARIMAX

Data	Model Terbaik
<i>Outflow</i> Sulawesi Selatan	ARIMA([35],1,1)(0,1,1) <sup>12</sup>
<i>Inflow</i> Sulawesi Selatan	ARIMA([3,7,23,24],1,1)(1,1,0) <sup>12</sup> AO 97
<i>Outflow</i> Sulawesi Tengah	Regresi <i>Time Series</i>
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah	ARIMA (0,1,1)(0,1,0) <sup>12</sup>
<i>Outflow</i> Sulawesi Utara	ARIMAX dengan Efek variasi Kalender
<i>Inflow</i> Sulawesi Utara	Regresi <i>Time Series</i>
<i>Outflow</i> Sulawesi Tenggara	Regresi <i>Time Series</i>
<i>Inflow</i> Sulawesi Tenggara	Regresi <i>Time Series</i>

Dari model-model terbaik yang telah didapatkan terdapat satu model yang tidak memenuhi asumsi residual *white noise* dan berdistribusi normal. Model tersebut adalah model untuk *inflow* Sulawesi Utara. Meskipun model untuk *inflow* Sulawesi Utara tidak memenuhi asumsi residual, model ini memiliki nilai RMSE paling kecil dibandingkan dengan model lainnya. Jadi model terbaik untuk *inflow* Sulawesi Utara menggunakan metode regresi *time series*. Menurut Kostenko dan Hyndman (2008), uji signifikansi dan asumsi dapat diabaikan dalam kepentingan peramalan. Hal yang lebih penting adalah bagaimana kemampuan model dalam melakukan peramalan. Hal yang sama juga telah dijelaskan sebelumnya oleh Armstrong (2007).

#### 4.7 Pemodelan FFNN Terhadap *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi

Setelah didapatkan model terbaik, kemudian dilanjutkan pemodelan FFNN terhadap *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi. Pemodelan FFNN menggunakan input variabel dari model terbaik. Namun, dalam pemodelan FFNN dibatasi dengan hanya menggunakan input *autoregressive* dan variabel eksogen.

Sebelum melakukan pemodelan FFNN, terlebih dahulu dilakukan uji deteksi non linier. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah hubungan antara  $Y_t$  dengan variabel input non linier atau tidak. Uji deteksi non linier yang digunakan adalah uji Terasvirta.

**Tabel 4.23** Hasil Uji Nonlinieritas

Data	F	df1	df2	P-value
<i>Outflow</i> Sulawesi Selatan	2.7061	16	100	0.0013
<i>Inflow</i> Sulawesi Selatan	2.7914	16	100	0.0009
<i>Outflow</i> Sulawesi Tengah	1.9443	30	86	0.0091
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah	3.6225	16	100	0.0000
<i>Outflow</i> Sulawesi Utara	4.7730	7	123	0.0000
<i>Inflow</i> Sulawesi Utara	11.6060	7	99	0.0000
<i>Outflow</i> Sulawesi Tenggara	2.8595	16	82	0.0009
<i>Inflow</i> Sulawesi Tenggara	2.3675	7	123	0.0265

Hasil pengujian deteksi nonlinieritas menggunakan uji Terasvirta pada Tabel 4.23 menunjukkan *p-value* kurang dari taraf signifikansi 5%, jadi dapat diambil keputusan untuk menolak  $H_0$ . Hal ini berarti bahwa hubungan antara  $Y_t$  dengan variabel input adalah non linier. Selanjutnya dilakukan pemodelan non linier dengan FFNN. Berikut adalah perbandingan nilai RMSE hasil permalan FFNN untuk data *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan dengan neuron sebanyak satu hingga sepuluh pada *hidden layer*.

**Tabel 4.24** Nilai RMSE dari Model FFNN  
*Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Selatan

Jumlah Neuron di <i>Hidden Layer</i>	RMSE	
	<i>In Sample</i>	<i>Out Sample</i>
1	0.367	0.507
2	0.374	0.520
3	0.301	1.089
4	0.309	0.689
5	0.325	0.393
6	0.360	0.461
7	0.238	0.693
8	0.279	0.488
9	0.340	0.386
10	<b>0.335</b>	<b>0.365</b>



Pemilihan model terbaik didasarkan pada nilai RMSE data *out sample*. Nilai RMSE *in sample* pada Tabel 4.24 cenderung semakin kecil dengan penambahan jumlah *neuron* dalam *hidden layer*. Berdasarkan nilai RMSE terkecil didapatkan model yang sesuai adalah model dengan jumlah neuron sebanyak sepuluh pada *hidden layer*. Model FFNN *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan dapat dituliskan dengan persamaan

$$Y_{1,t} = 0.3719 - 1.2911f^{h_1}(\bullet) - 0.6500f^{h_2}(\bullet) + 0.0945f^{h_3}(\bullet) + 0.5712f^{h_4}(\bullet) \\ + 0.9217f^{h_5}(\bullet) + 0.7185f^{h_6}(\bullet) - 1.0372f^{h_7}(\bullet) + 0.6099f^{h_8}(\bullet) \\ + 1.5265f^{h_9}(\bullet) + 0.2082f^{h_{10}}(\bullet) + a_t$$

dengan

$$f^{h_1}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.2967 + 0.7473Y_{1,(t-1)} - 1.3362Y_{1,(t-12)} - 0.0217Y_{1,(t-13)} \\ - 0.9259Y_{1,(t-35)} - 0.1683Y_{1,(t-36)} + 0.0174Y_{1,(t-47)} \\ - 0.0174Y_{1,(t-48)})))^{-1}$$

$$f^{h_2}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.3776 + 0.4273Y_{1,(t-1)} + 0.5469Y_{1,(t-12)} + 0.0699Y_{1,(t-13)} \\ + 0.0525Y_{1,(t-35)} - 0.2133Y_{1,(t-36)} + 0.7306Y_{1,(t-47)} \\ - 0.3799Y_{1,(t-48)})))^{-1}$$

$$f^{h_3}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.1982 + 0.3041Y_{1,(t-1)} + 0.4853Y_{1,(t-12)} - 0.3735Y_{1,(t-13)} \\ + 0.2910Y_{1,(t-35)} + 0.4506Y_{1,(t-36)} + 0.1915Y_{1,(t-47)} \\ + 0.4883Y_{1,(t-48)})))^{-1}$$

$$f^{h_4}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.0639 + 0.8075Y_{1,(t-1)} + 0.8379Y_{1,(t-12)} + 0.0365Y_{1,(t-13)} \\ + 0.5528Y_{1,(t-35)} - 0.55436Y_{1,(t-36)} - 0.6409Y_{1,(t-47)} \\ + 0.6185Y_{1,(t-48)})))^{-1}$$

$$f^{h_5}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.1999 + 0.9674Y_{1,(t-1)} + 0.8726Y_{1,(t-12)} + 0.0170Y_{1,(t-13)} \\ + 0.4104Y_{1,(t-35)} - 0.8653Y_{1,(t-36)} - 1.1597Y_{1,(t-47)} \\ + 0.10466Y_{1,(t-48)})))^{-1}$$

$$f^{h_6}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.2565 - 0.2783Y_{1,(t-1)} + 0.8856Y_{1,(t-12)} - 0.7706Y_{1,(t-13)} \\ + 0.1679Y_{1,(t-35)} - 0.5063Y_{1,(t-36)} - 0.4232Y_{1,(t-47)} \\ - 0.1614Y_{1,(t-48)})))^{-1}$$

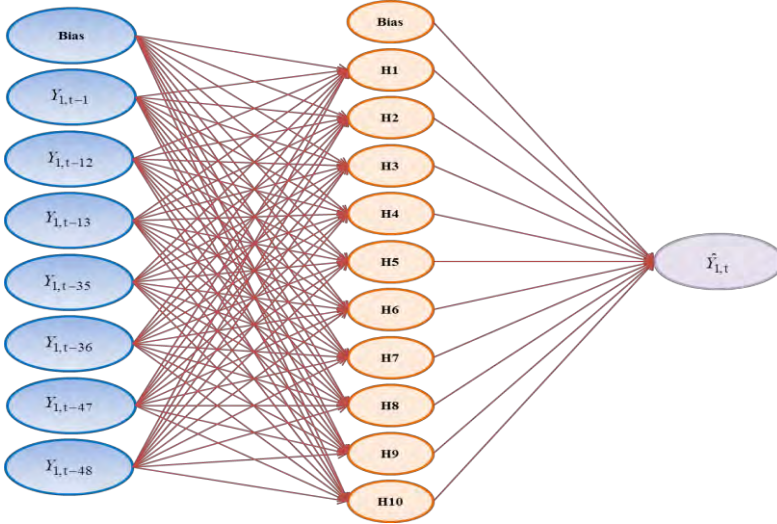
$$f^{h_7}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.0664 + 0.2699Y_{1,(t-1)} - 1.0806Y_{1,(t-12)} + 0.5976Y_{1,(t-13)} \\ - 0.5471Y_{1,(t-35)} + 0.6123Y_{1,(t-36)} + 0.5173Y_{1,(t-47)} \\ + 0.4131Y_{1,(t-48)})))^{-1}$$

$$f^{h_8}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.3513 - 0.3652Y_{1,(t-1)} - 0.2971Y_{1,(t-12)} - 0.8673Y_{1,(t-13)} + 0.0807Y_{1,(t-35)} - 0.3534Y_{1,(t-36)} - 0.1582Y_{1,(t-47)} + 0.3813Y_{1,(t-48)})))^{-1}$$

$$f^{h_9}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.0309 + 2.2974Y_{1,(t-1)} + 0.0992Y_{1,(t-12)} - 0.2909Y_{1,(t-13)} + 0.2731Y_{1,(t-35)} - 0.7109Y_{1,(t-36)} - 0.5162Y_{1,(t-47)} + 0.6583Y_{1,(t-48)})))^{-1}$$

$$f^{h_{10}}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.4874 - 0.2501Y_{1,(t-1)} - 0.4628Y_{1,(t-12)} + 0.0892Y_{1,(t-13)} + 0.3395Y_{1,(t-35)} - 0.3440Y_{1,(t-36)} - 0.2978Y_{1,(t-47)} + 0.1869Y_{1,(t-48)})))^{-1}$$

Struktur jaringan dari model FFNN yang terbentuk dapat diGambarkan pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8** Struktur Jaringan Model FFNN untuk *Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Selatan

Selanjutnya juga akan dilakukan pemodelan FFNN untuk data *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan. Pemodelan FFNN terhadap *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan dilakukan menggunakan input dari model ARIMA([3,7,23,24],1,1)(1,1,0)<sup>12</sup>

dengan *additive outlier* pada data ke-97. Dari model tersebut didapatkan 25 input untuk model FFNN. Berikut adalah perbandingan nilai RMSE hasil permalan FFNN untuk data *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan dengan neuron sebanyak satu hingga sepuluh pada *hidden layer*.

**Tabel 4.25** Nilai RMSE dari Model FFNN  
*Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Selatan

Jumlah Neuron di <i>Hidden Layer</i>	RMSE	
	<i>In Sample</i>	<i>Out Sample</i>
1	0.340	0.395
2	0.324	0.274
3	0.362	0.845
4	0.323	0.410
5	0.313	0.295
6	0.288	0.506
7	0.287	0.244
8	0.264	1.062
9	<b>0.303</b>	<b>0.228</b>
10	0.348	0.535

Pemilihan model terbaik didasarkan pada nilai RMSE data *out sample*. Nilai RMSE *in sample* pada Tabel 4.25 cenderung semakin kecil dengan penambahan jumlah *neuron* dalam *hidden layer*. Berdasarkan nilai RMSE terkecil didapatkan model yang sesuai adalah model dengan jumlah neuron sebanyak sepuluh pada *hidden layer*. Model FFNN *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan dapat dituliskan dengan persamaan

$$Y_{5,t} = 0.1423 + 1.7517f^{h_1}(\bullet) - 0.8854f^{h_2}(\bullet) - 1.1417f^{h_3}(\bullet) - 0.6648f^{h_4}(\bullet) \\ - 1.2822f^{h_5}(\bullet) - 0.2170f^{h_6}(\bullet) + 1.4634f^{h_7}(\bullet) + 0.5508f^{h_8}(\bullet) + 1.4059f^{h_9}(\bullet) \\ + a_t$$

dengan

$$f^{h_1}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.8560 - 1.2079Y_{5,(t-1)} + 0.2008Y_{5,(t-2)} + 0.4415Y_{5,(t-3)} \\ + 1.0290Y_{5,(t-12)} - 0.4498Y_{5,(t-13)} + 0.2603Y_{5,(t-14)} - 0.6495Y_{5,(t-15)} \\ + 0.2677Y_{5,(t-24)} + 0.6456Y_{5,(t-25)} - 0.4194Y_{5,(t-26)} + 0.1844Y_{5,(t-27)} \\ - 1.0589I_{t,(0)}^{(97)} - 0.5776I_{t,(1)}^{(97)})))^{-1}$$

$$f^{h_2}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.0652 - 0.7461Y_{5,(t-1)} - 0.3578Y_{5,(t-2)} + 0.3718Y_{5,(t-3)} - 0.7022Y_{5,(t-12)} + 0.2566Y_{5,(t-13)} + 0.3821Y_{5,(t-14)} - 0.0444Y_{5,(t-15)} - 0.0285Y_{5,(t-24)} + 0.5018Y_{5,(t-25)} + 0.4286Y_{5,(t-26)} - 0.0226Y_{5,(t-27)} - 0.4453I_{t,(0)}^{(97)} + 0.3897I_{t,(1)}^{(97)})))^{-1}$$

$$f^{h_3}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.6118 - 0.0891Y_{5,(t-1)} + 0.2462Y_{5,(t-2)} - 0.1411Y_{5,(t-3)} - 1.2824Y_{5,(t-12)} - 0.1089Y_{5,(t-13)} - 0.0186Y_{5,(t-14)} + 0.0793Y_{5,(t-15)} + 0.3840Y_{5,(t-24)} + 0.2299Y_{5,(t-25)} - 0.0298Y_{5,(t-26)} + 0.3193Y_{5,(t-27)} + 0.5226I_{t,(0)}^{(97)} + 0.7064I_{t,(1)}^{(97)})))^{-1}$$

$$f^{h_4}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.2941 - 0.3320Y_{5,(t-1)} + 0.3757Y_{5,(t-2)} - 0.6621Y_{5,(t-3)} - 0.3199Y_{5,(t-12)} - 0.0438Y_{5,(t-13)} + 0.2191Y_{5,(t-14)} - 0.3404Y_{5,(t-15)} + 0.3054Y_{5,(t-24)} + 0.1333Y_{5,(t-25)} + 0.4522Y_{5,(t-26)} - 0.3043Y_{5,(t-27)} + 0.2292I_{t,(0)}^{(97)} + 0.1552I_{t,(1)}^{(97)})))^{-1}$$

$$f^{h_5}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.7622 + 0.2562Y_{5,(t-1)} + 0.2758Y_{5,(t-2)} - 0.1243Y_{5,(t-3)} - 0.4390Y_{5,(t-12)} + 0.4287Y_{5,(t-13)} - 0.1583Y_{5,(t-14)} + 0.3453Y_{5,(t-15)} - 0.4136Y_{5,(t-24)} - 0.2377Y_{5,(t-25)} - 0.2013Y_{5,(t-26)} - 0.4715Y_{5,(t-27)} + 0.4439I_{t,(0)}^{(97)} + 0.6399I_{t,(1)}^{(97)})))^{-1}$$

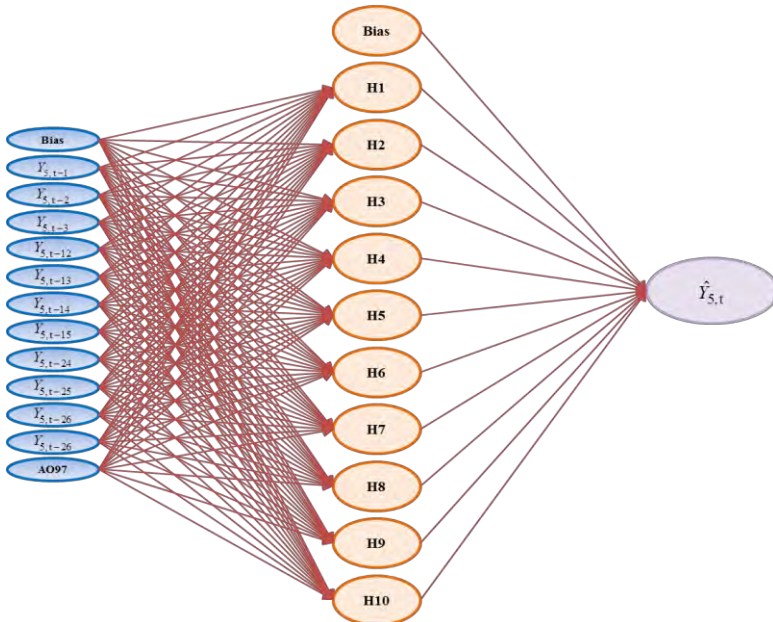
$$f^{h_6}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.3265 + 0.3542Y_{5,(t-1)} - 0.2417Y_{5,(t-2)} - 0.4167Y_{5,(t-3)} - 0.4746Y_{5,(t-12)} - 0.1419Y_{5,(t-13)} - 0.0311Y_{5,(t-14)} + 0.2746Y_{5,(t-15)} - 0.3592Y_{5,(t-24)} - 0.1299Y_{5,(t-25)} - 0.2424Y_{5,(t-26)} + 0.1139Y_{5,(t-27)} - 0.4305I_{t,(0)}^{(97)} + 0.4041I_{t,(1)}^{(97)})))^{-1}$$

$$f^{h_7}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.1186 + 1.3850Y_{5,(t-1)} + 0.5857Y_{5,(t-2)} - 0.5444Y_{5,(t-3)} + 0.2346Y_{5,(t-12)} - 0.1626Y_{5,(t-13)} - 0.1587Y_{5,(t-14)} - 0.3431Y_{5,(t-15)} + 0.4600Y_{5,(t-24)} - 0.0052Y_{5,(t-25)} + 0.1582Y_{5,(t-26)} - 0.4726Y_{5,(t-27)} + 0.3387I_{t,(0)}^{(97)} - 0.8008I_{t,(1)}^{(97)})))^{-1}$$

$$f^{h_8}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.3915 + 0.1363Y_{5,(t-1)} + 0.0535Y_{5,(t-2)} + 0.5472Y_{5,(t-3)} - 0.2563Y_{5,(t-12)} - 0.2362Y_{5,(t-13)} + 0.4146Y_{5,(t-14)} + 0.3908Y_{5,(t-15)} - 0.4066Y_{5,(t-24)} + 0.1785Y_{5,(t-25)} + 0.2650Y_{5,(t-26)} + 0.1046Y_{5,(t-27)} + 0.3557I_{t,(0)}^{(97)} - 0.1745I_{t,(1)}^{(97)})))^{-1}$$

$$f^{h_9}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.1232 - 0.4099Y_{5,(t-1)} + 0.6348Y_{5,(t-2)} + 1.3442Y_{5,(t-3)} - 0.5632Y_{5,(t-12)} + 0.2419Y_{5,(t-13)} - 0.0692Y_{5,(t-14)} - 0.1093Y_{5,(t-15)} - 0.6817Y_{5,(t-24)} + 0.2961Y_{5,(t-25)} + 0.0515Y_{5,(t-26)} + 0.4087Y_{5,(t-27)} + 0.4624I_{t,(0)}^{(97)} - 0.6331I_{t,(1)}^{(97)})))^{-1}$$

Struktur jaringan dari model FFNN yang terbentuk dapat digambarkan pada Gambar 4.9.

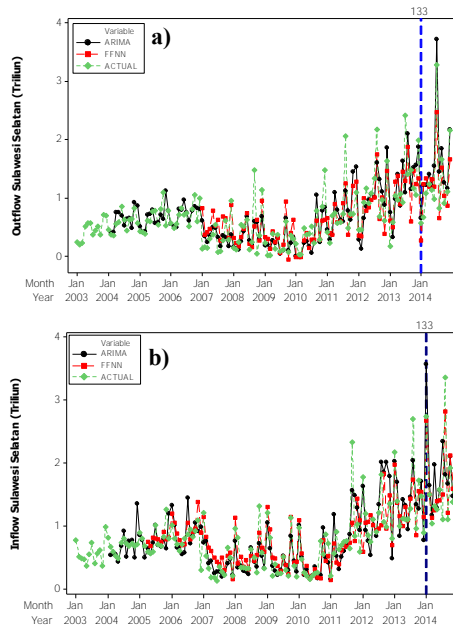


**Gambar 4.9** Struktur Jaringan Model FFNN untuk *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Selatan

#### 4.8 Pemilihan Model Terbaik

Setelah dilakukan pemodelan FFNN untuk *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi dengan input model terbaik dari pemodelan ARIMA, regresi *time series* dan ARIMAX, selanjutnya dilakukan pemilihan model kembali untuk peramalan 12 bulan ke depan. Pemilihan model terbaik bisa dilihat dari plot hasil ramalan dengan data aktual. Ketika plot hasil ramalan mendekati dengan plot data aktual menunjukkan bahwa hasil ramalan tersebut lebih baik. Gambar 4.10 adalah plot nilai *actual*

dibandingkan dengan nilai peramalan dari model terbaik untuk *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan.



**Gambar 4.10** Plot Data Aktual dan Hasil Ramalan Uang Kartal di Sulawesi Selatan a) *Outflow* dan b) *Inflow*

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat diketahui bahwa untuk kasus *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan, peramalan linier dengan ARIMA lebih baik dibandingkan dengan peramalan non linier menggunakan FFNN. Sebaliknya, peramalan non linier lebih baik digunakan untuk *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan.

Plot hasil ramalan yang mendekati dengan plot data actual akan menghasilkan kesalahan ramalan yang lebih kecil. Kesalahan ramalan ini dapat dihitung dengan kriteria RMSE. Pemilihan model didasarkan pada kriteria RMSE *out sample*

terkecil. Sebelumnya telah dilakukan perhitungan nilai RMSE dari tiap model.

**Tabel 4.26** Perbandingan RMSE Model

Wilayah	Data	Metode	RMSE <i>In Sample</i>	RMSE <i>Out Sample</i>
Sulawesi Selatan	Outflow	ARIMA	<b>0.311</b>	<b>0.344</b>
		FFNN	0.335	0.365
	Inflow	ARIMA	0.305	0.392
		FFNN	<b>0.303</b>	<b>0.228</b>
Sulawesi Tengah	Outflow	Regresi <i>Time Series</i>	<b>0.097</b>	<b>0.142</b>
		FFNN	0.072	0.144
	Inflow	ARIMA	<b>0.115</b>	<b>0.068</b>
		FFNN	0.080	0.115
Sulawesi Utara	Outflow	ARIMAX	0.095	0.247
		FFNN	<b>0.127</b>	<b>0.213</b>
	Inflow	Regresi <i>Time Series</i>	0.031	0.269
		FFNN	<b>0.030</b>	<b>0.223</b>
Sulawesi Tenggara	Outflow	Regresi <i>Time Series</i>	0.084	0.112
		FFNN	<b>0.067</b>	<b>0.080</b>
	Inflow	Regresi <i>Time Series</i>	0.040	0.079
		FFNN	<b>0.032</b>	<b>0.059</b>

Dari Tabel 4.26 didapatkan model terbaik untuk peramalan 12 bulan ke depan sebagai berikut.

**Tabel 4.27** Model Terbaik

Data	Model Terbaik
Outflow Sulawesi Selatan	ARIMA([35],1,1)(0,1,1) <sup>12</sup>
Inflow Sulawesi Selatan	FFNN
Outflow Sulawesi Tengah	Regresi <i>Time Series</i>
Inflow Sulawesi Tengah	ARIMA (0,1,1)(0,1,0) <sup>12</sup>
Outflow Sulawesi Utara	FFNN
Inflow Sulawesi Utara	FFNN
Outflow Sulawesi Tenggara	FFNN
Inflow Sulawesi Tenggara	FFNN

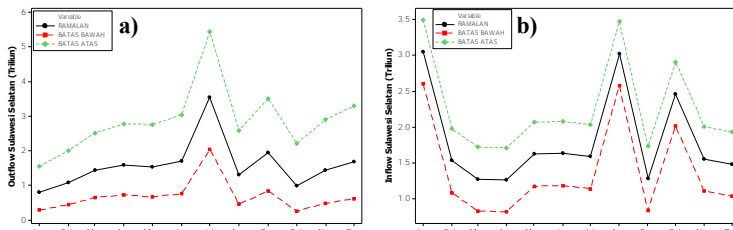
Pada Tabel 4.27 dapat diketahui bahwa tidak semua pemodelan FFNN merupakan model terbaik untuk *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi. Pemodelan FFNN hanya memberikan model terbaik terhadap *outflow* uang kartal di Sulawesi Tenggara. Hal ini menunjukkan bahwa pemodelan dengan metode yang kompleks belum tentu menghasilkan model yang lebih sesuai terhadap pemodelan *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi. Penelitian yang juga memberikan hasil yang sama adalah penelitian dari Makridakis dan Hibon (2000) dalam jurnalnya yang berjudul “*The M3-Competition: results, conclusions, and implications*” serta penelitian Suhartono dan Subanar (2005) yang menyatakan metode statistika kompleks tidak selalu memberikan hasil peramalan yang lebih akurat. Hasil ramalan *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan untuk tahun 2015 dengan model terbaik berada pada Tabel 4.28.

**Tabel 4.28** Hasil Ramalan *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Selatan Tahun 2015

Bulan	Hasil Peramalan (Triliun Rupiah)	
	<i>Outflow</i>	<i>Inflow</i>
Januari	0.7875	3.0486
Februari	1.0817	1.5326
Maret	1.4250	1.2765
April	1.5837	1.2645
Mei	1.5262	1.6224
Juni	1.7052	1.6317
Juli	3.5260	1.5886
Agustus	1.3005	3.0241
September	1.9413	1.2851
Oktober	0.9896	2.4611
Nopember	1.4343	1.5572
Desember	1.6850	1.4836



Plot hasil ramalan titik dan interval untuk *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan ada pada Gambar 4.11.



**Gambar 4.11** Plot Hasil Ramalan Uang Kartal di Sulawesi Selatan Tahun 2015 a) *Outflow* dan b) *Inflow*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Semua data tidak ada yang berdistribusi normal, terlihat dari nilai *skewness* yang tidak mendekati nol dan kurtosis yang tidak mendekati tiga. Terdapat perubahan pola pergerakan transaksi uang kartal yaitu pada tahun 2003 hingga 2006, tahun 2007 hingga 2010, dan 2011 hingga 2014. Kantor Bank Indonesia di Sulawesi umumnya mengalami *outflow* tertinggi pada akhir tahun yaitu bulan Desember. Selain bulan Desember, *outflow* juga cukup tinggi pada bulan Juli 2013-2014, Agustus 2011-2012, September 2008-2010, Oktober 2005-2007, serta Nopember 2003-2004. Sebaliknya, *inflow* mengalami peningkatan saat awal tahun, yaitu bulan Januari. Selain bulan Januari, *inflow* juga cukup tinggi pada bulan Agustus 2012-2014, September 2010-2011, Oktober 2007-2009, Nopember 2005-2006, serta Desember 2003-2004.
2. Model ARIMA, regresi *time series*, dan ARIMAX untuk *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi telah didapatkan. Karena setiap daerah memiliki karakteristik yang berbeda maka model yang didapatkan pun juga berbeda tergantung pada karakteristik pada daerah tersebut. Dari ketiga model tersebut didapatkan model terbaik yang kemudian digunakan untuk input dalam pemodelan menggunakan FFNN.
3. Berdasarkan kriteria RMSE *out sample* diperoleh model ARIMA sebagai model terbaik untuk meramalkan *outflow* uang kartal di Sulawesi Selatan dan *Inflow* uang kartal di Sulawesi Tengah, model regresi *time series* merupakan model terbaik untuk meramalkan *outflow* uang kartal di Sulawesi Tengah, model FFNN merupakan model terbaik untuk *inflow* uang kartal di Sulawesi Selatan serta *outflow* dan *inflow* uang kartal di Sulawesi Utara dan Sulawesi Tenggara.

4. Hasil prediksi prediksi *outflow* dan *inflow* uang kartal bulanan di Bank Indonesia wilayah Sulawesi pada tahun 2015 telah didapatkan menggunakan model terbaik.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebaiknya mengaitkan *outflow* dan *inflow* dengan variabel lainnya yang dapat mempengaruhinya. Selain itu, dalam pemasukan *outlier* dalam model sebaiknya lebih banyak *outlier* yang dimasukkan sehingga kemungkinan untuk didapatkan model yang telah memenuhi distribusi normal.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Data *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi (Triliun)

Sulawesi Selatan		Sulawesi Tengah		Sulawesi Utara		Sulawesi Tenggara	
outflow	inflow	outflow	inflow	outflow	inflow	outflow	inflow
0.248	0.778	0.077	0.146	0.106	0.302	0.104	0.120
0.205	0.515	0.093	0.089	0.161	0.165	0.102	0.101
0.228	0.485	0.086	0.087	0.132	0.175	0.055	0.115
0.510	0.468	0.177	0.060	0.189	0.187	0.095	0.112
0.566	0.361	0.197	0.069	0.177	0.160	0.122	0.093
0.565	0.547	0.147	0.106	0.184	0.168	0.137	0.091
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
3.282	1.109	1.097	0.110	1.483	0.457	0.876	0.059
0.833	3.359	0.094	0.761	0.327	1.303	0.064	0.492
1.668	1.096	0.551	0.204	0.597	0.475	0.319	0.161
0.910	1.921	0.530	0.188	0.514	0.421	0.297	0.192
1.108	1.384	0.588	0.147	0.551	0.297	0.347	0.115
2.164	1.086	0.767	0.106	1.584	0.352	0.640	0.056

**Lampiran 2. Syntax SAS untuk ARIMA**

```

data outflow;
input y;
cards;
0.49799
0.45304
0.47764
0.71396
.
.
0.72201
0.78818
.
.
*
;
/*Proses Identifikasi*/
proc arima data = outflow;
identify var = y(1,12) nlag=48;
run;
/*Proses Estimasi*/
estimate p=(35) q=(1)(12) noconstant method=cls;
/*Forecast*/
forecast out = ssel lead=12;
/*Pendeteksian outlier*/
outlier maxnum = 10 alpha=0.00135;
run;
/*uji asumsi normal*/
proc univariate data = ssel normal;
var residual;
run;

```

### Lampiran 3. Syntax SAS untuk ARIMAX

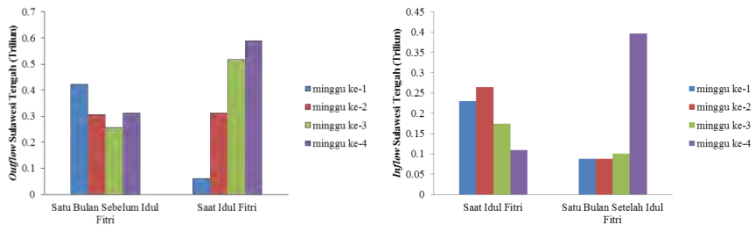
```

data outflow;
input y t D1 D2 tD1 tD2 M1 ... L1t ... L4t1;
cards;
0.24800 1 0 0 0 0 1 ...0...0
0.20524 2 0 0 0 0 0 ...0...0
0.22814 3 0 0 0 0 0 ...0...0
:
:
0.04669 70 1 0 70 0 0 ...1...0
0.36172 71 1 0 71 0 0 ...0...0
:
:
* 144 0 1 0 144 0...0 ...0
;
/*Proses Identifikasi*/
proc arima data = outflow;
identify var = y crosscorr = (t D2 tD1 tD2 M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10
M11 M12 L2t L3t L4t L1t1 L2t1) nlag=48;
run;
/*Proses Estimasi*/
estimate q=(6,15) input=(t D2 tD1 tD2 M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11
M12 L2t L3t L4t L1t1 L2t1) noconstant method=cls;
/*Forecast*/
forecast out = susel lead=12;
/*Pendeteksian outlier*/
outlier maxnum = 10 alpha=0.00135;
run;
/*uji asumsi normal*/
proc univariate data = susel normal;
var residual;
run;

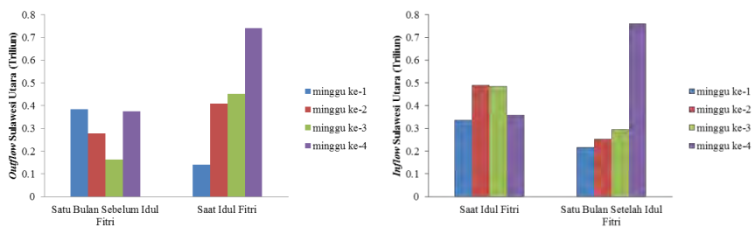
```

## Lampiran 4. Rata-Rata *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal Sebelum, Saat, dan Setelah Idul Fitri

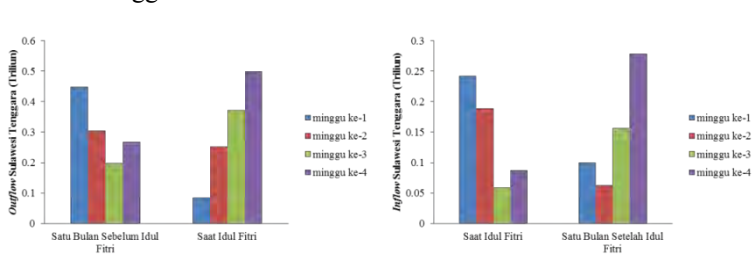
### Sulawesi Tengah



### Sulawesi Utara

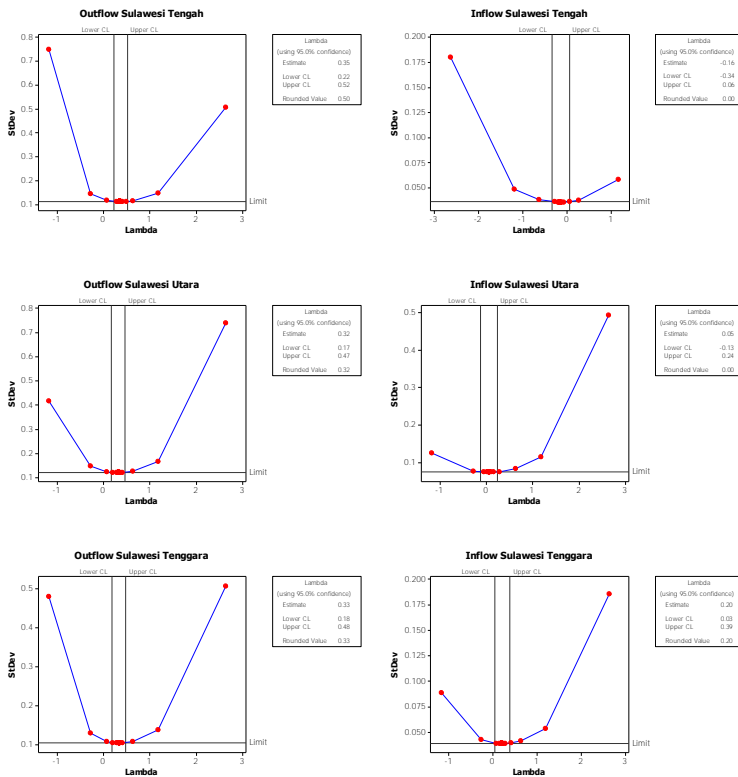


### Sulawesi Tenggara

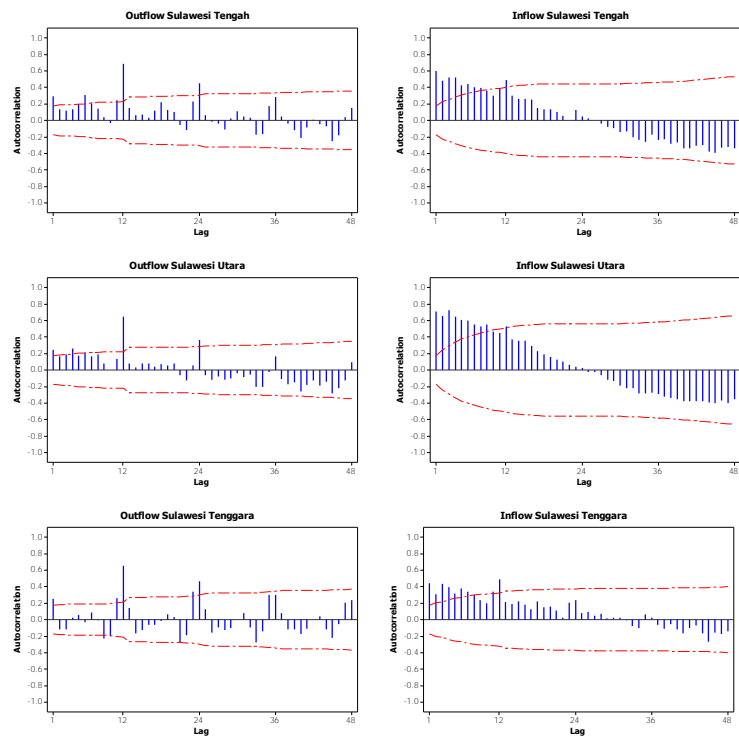




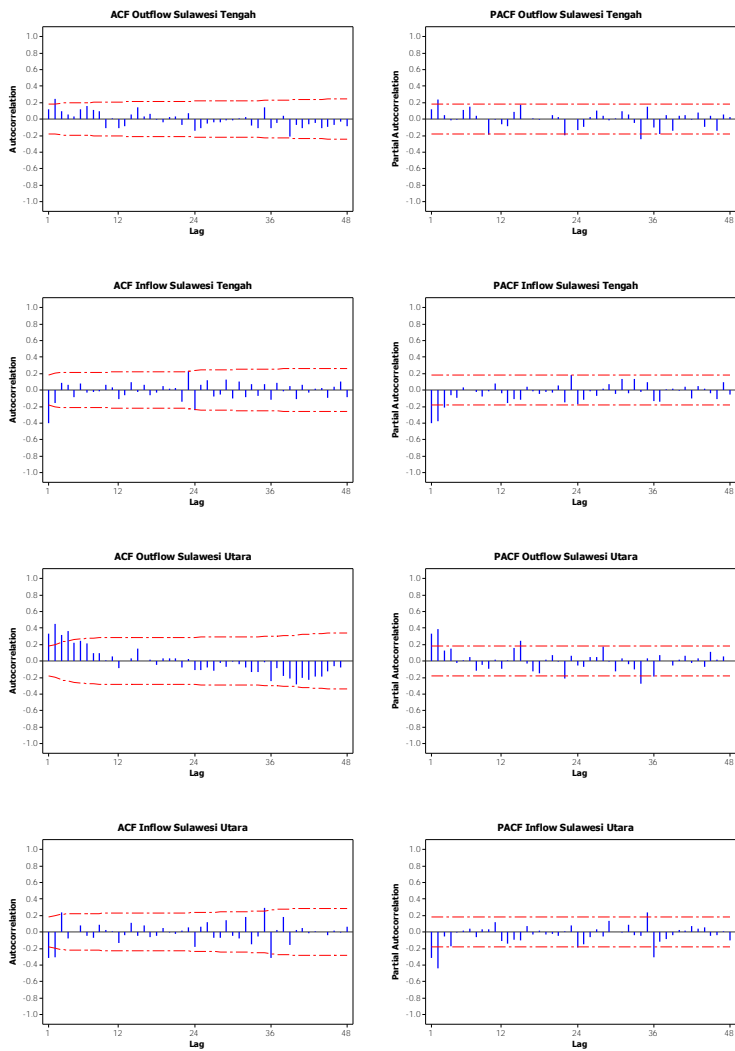
## Lampiran 5. Plot Box-Cox Data *Outflow* dan *Inflow*



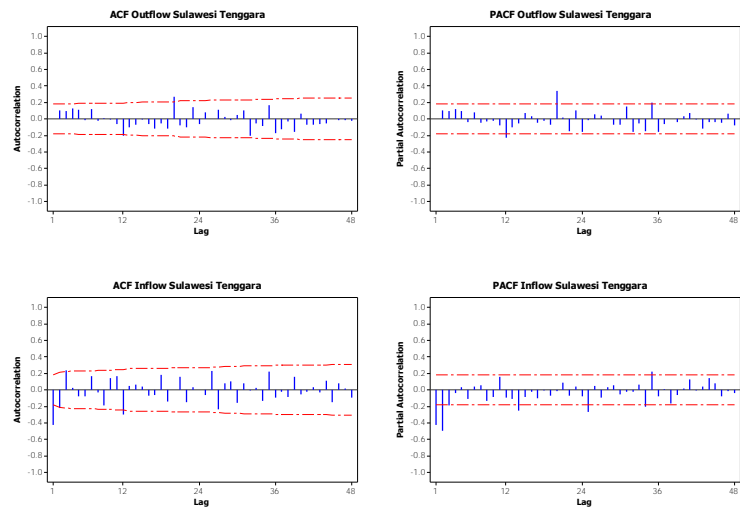
Lampiran 6. Plot ACF Data *Outflow* dan *Inflow*



## Lampiran 7. Plot ACF dan PACF Data *Outflow* dan *Inflow* Setelah *Differencing*



Lampiran 7. Plot ACF dan PACF Data *Outflow* dan *Inflow* (Lanjutan)



### Lampiran 8. Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMA Sulawesi Tengah

Model ARIMA	Parameter	Estimasi	SE	T	P-value
<i>Outflow</i> ([35,39],0,0)(0,1,0) <sup>12</sup> LS88, AO95, AO70	$\phi_{35}$	0.2466	0.1183	2.08	0.039
	$\phi_{39}$	-0.3968	0.1295	-3.06	0.003
	$l_{88}$	0.1532	0.0332	4.61	<0.001
	$w_{95}$	0.2472	0.0744	3.32	0.001
	$w_{70}$	-0.2385	0.0677	-3.52	0.001
<i>Inflow</i> (3,1,0)(0,1,0) <sup>12</sup> AO97	$\phi_1$	-0.7618	0.0890	-8.56	<0.001
	$\phi_2$	-0.4904	0.1058	-4.63	<0.001
	$\phi_3$	-0.3347	0.0888	-3.77	0.001
	$w_{97}$	-2.4331	0.3962	-6.14	<0.001
<i>Inflow</i> (0,1,1)(0,1,0) <sup>12</sup>	$\theta_1$	0.6901	0.0668	10.33	<0.001

Lampiran 9. Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMA Sulawesi Utara

Model ARIMA	Parameter	Estimasi	SE	t	P-value
<i>Outflow</i> ([2,3,15],0,0)(0,1,0) <sup>12</sup> LS49	$\phi_2$	0.3304	0.0847	3.90	<0.001
	$\phi_3$	0.1875	0.0852	2.20	0.029
	$\phi_{15}$	0.1869	0.0874	2.17	0.032
	$l_{49}$	-0.2846	0.0484	-5.88	<0.001
<i>Inflow</i> ([1,2],1,[24,35])(0,1,0) <sup>12</sup> AO97, AO98, LS49, AO95, AO108, AO74	$\phi_1$	-0.8341	0.0849	-9.82	<0.001
	$\phi_2$	-0.4952	0.0847	-5.84	<0.001
	$\theta_{24}$	0.4193	0.0984	4.26	<0.001
	$\theta_{35}$	-0.2539	0.1060	-2.39	0.018
	$w_{97}$	-2.2501	0.1929	-11.67	<0.001
	$w_{98}$	-1.4131	0.2158	-6.55	<0.001
	$l_{49}$	-1.2171	0.1443	-8.43	<0.001
	$w_{95}$	0.6341	0.1972	3.22	0.002
	$w_{108}$	-0.5969	0.1916	-3.12	0.002
	$w_{74}$	0.7302	0.1973	3.70	<0.001

**Lampiran 10.** Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMA Sulawesi Tenggara

Model ARIMA	Parameter	Estimasi	SE	t	P-value
<i>Outflow</i> (0,0,[4,20])(1,1,0) <sup>12</sup>	$\theta_4$	-0.2088	0.0886	-2.36	0.020
	$\theta_{20}$	-0.3575	0.0963	-3.71	<0.001
	$\Phi_1$	-0.2760	0.0994	-2.78	0.006
<i>Inflow</i> (2,1,[35])(0,1,1) <sup>12</sup>	$\phi_1$	-0.6447	0.0819	-7.86	<0.001
	$\phi_2$	-0.4934	0.0817	-6.04	<0.001
	$\theta_{35}$	-0.2689	0.1095	-2.46	0.016
	$\Theta_1$	0.6559	0.0785	8.36	<0.001
<i>Inflow</i> (0,1,[1,3])(0,1,1) <sup>12</sup> LS76	$\theta_1$	0.8298	0.0690	12.02	<0.001
	$\theta_3$	-0.2491	0.0685	-3.64	<0.001
	$\Theta_1$	0.6722	0.0788	8.53	<0.001
	$l_{76}$	-0.2102	0.0579	-3.63	<0.001

**Lampiran 11.** Hasil Pengujian Ljung-Box Residual *White Noise Model* ARIMA

Model ARIMA	Sampai Lag	Q	P-value
<i>Outflow</i> Sulawesi Tengah ([35,39],0,0)(0,1,0) <sup>12</sup> LS88, AO95, AO70	12	6.97	0.859
	24	16.20	0.881
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah (3,1,0)(0,1,0) <sup>12</sup> AO97	12	7.76	0.804
	24	26.38	0.334
<i>Inflow</i> Sulawesi Tengah (0,1,1)(0,1,0) <sup>12</sup>	12	9.59	0.652
	24	20.86	0.647
<i>Outflow</i> Sulawesi Utara ([2,3,15],0,0)(0,1,0) <sup>12</sup> LS49	12	13.20	0.354
	24	28.04	0.258
<i>Inflow</i> Sulawesi Utara ([1,2],1,[24,35])(0,1,0) <sup>12</sup> AO97, AO98, LS49, AO95, AO108, AO74	12	10.76	0.549
	24	20.82	0.649
<i>Outflow</i> Sulawesi Tenggara ([4,20],0,0)(1,1,0) <sup>12</sup>	12	9.24	0.682
	24	27.68	0.274
<i>Inflow</i> Sulawesi Tenggara (2,1,[35])(0,1,1) <sup>12</sup>	12	8.34	0.758
	24	16.89	0.853
<i>Inflow</i> Sulawesi Tenggara (0,1,[1,3])(0,1,1) <sup>12</sup> LS76	12	7.28	0.839
	24	19.52	0.724

**Lampiran 12.** Persamaan Matematis Model ARIMA *Outflow* Uang Kartal Sulawesi Selatan

$$Y_{1,t}^{0.5} = \frac{(1-0.68B)(1-0.55B^{12})a_t}{(1-B)(1-B^{12})(1-0.61B^{35})}$$

atau

$$Y_{1,t}^* = Y_{1,(t-1)}^* + Y_{1,(t-12)}^* - Y_{1,(t-13)}^* + 0.61Y_{1,(t-35)}^* - 0.61Y_{1,(t-36)}^* - 0.61Y_{1,(t-47)}^* \\ + 0.61Y_{1,(t-48)}^* + a_t - 0.68a_{t-1} - 0.55a_{t-12} + 0.37a_{t-13}$$



**Lampiran 13.** Persamaan Matematis Model ARIMA *Inflow* Uang Kartal Sulawesi Selatan

$$\ln(Y_{5,t}) = \frac{(1 - 0.23B^7 + 0.37B^{23} + 0.19B^{35})a_t}{(1-B)(1-B^{12})(1+0.70B+0.35B^2)(1+0.29B^{12})} - 2.32I_t^{(97)}$$

atau

$$\begin{aligned} Y_{5,t}^* &= 0.30Y_{5,(t-1)}^* + 0.35Y_{5,(t-2)}^* + 0.35Y_{5,(t-3)}^* + 0.71Y_{5,(t-12)}^* - 0.21Y_{5,(t-13)}^* \\ &\quad - 0.25Y_{5,(t-14)}^* - 0.25Y_{5,(t-15)}^* + 0.29Y_{5,(t-24)}^* + 0.09Y_{5,(t-25)}^* - 0.10Y_{5,(t-26)}^* \\ &\quad - 0.10Y_{5,(t-27)}^* + a_t - 0.23a_{t-7} + 0.37a_{t-23} + 0.19a_{t-35} - 2.32I_t^{(97)} \end{aligned}$$

**Lampiran 14.** Persamaan Matematis Model ARIMA *Outflow* Uang Kartal Sulawesi Tengah

$$Y_{2,t}^{0.5} = \frac{a_t}{(1-B^{12})(1-0.25B^{35}+0.39B^{39})} + 0.15V_t^{(88)} + 0.25I_t^{(95)} - 0.24I_t^{(70)}$$

atau

$$\begin{aligned} Y_{2,t}^* &= Y_{2,(t-12)}^* - 0.25Y_{2,(t-46)}^* + 0.39Y_{2,(t-51)}^* + a_t + 0.15V_t^{(88)} + 0.25I_t^{(95)} \\ &\quad - 0.24I_t^{(70)} \end{aligned}$$

**Lampiran 15.** Persamaan Matematis Model ARIMA *Inflow* Uang Kartal Sulawesi Tengah

$$\ln(Y_{6,t}) = \frac{(1-0.69B)a_t}{(1-B)(1-B^{12})}$$

atau

$$Y_{6,t}^* = Y_{6,(t-1)}^* + Y_{6,(t-12)}^* + Y_{6,(t-13)}^* + a_t - 0.69a_{t-1}$$

**Lampiran 16.** Persamaan Matematis Model ARIMA *Outflow* Uang Kartal Sulawesi Utara

$$Y_{3,t}^{0.32} = \frac{a_t}{(1-B^{12})(1-0.33B^2-0.19B^3-0.19B^{15})} - 0.28V_t^{(49)}$$

atau

$$Y_{3,t}^* = 0.33Y_{3,(t-2)}^* + 0.19Y_{3,(t-3)}^* + Y_{3,(t-12)}^* - 0.33Y_{3,(t-14)}^* - 0.19Y_{3,(t-27)}^* \\ + a_t - 0.28I_t^{(49)}$$

**Lampiran 17.** Persamaan Matematis Model ARIMA *Inflow* Uang Kartal Sulawesi Utara

$$\ln(Y_{7,t}) = \frac{(1 - 0.42B^{24} + 0.25B^{35})a_t}{(1 - B)(1 - B^{12})(1 + 0.83B + 0.49B^2)} - 2.25I_t^{(97)} - 1.41I_t^{(98)} \\ - 1.22I_t^{(49)} + 0.63I_t^{(95)} - 0.59I_t^{(108)} + 0.73I_t^{(74)}$$

atau

$$Y_{7,t}^* = 0.17Y_{7,(t-1)}^* + 0.34Y_{7,(t-2)}^* + 0.49Y_{7,(t-3)}^* + Y_{7,(t-12)}^* - 0.17Y_{7,(t-13)}^* \\ + 1.32Y_{7,(t-14)}^* - 0.49Y_{7,(t-15)}^* + a_t - 0.42a_{t-24} + 0.25a_{t-35} - 2.25I_t^{(97)} \\ - 1.41I_t^{(98)} - 1.22I_t^{(49)} + 0.63I_t^{(95)} - 0.59I_t^{(108)} + 0.73I_t^{(74)}$$

**Lampiran 18.** Persamaan Matematis Model ARIMA *Outflow* Uang Kartal Sulawesi Tenggara

$$Y_{4,t}^{0.33} = \frac{(1 + 0.21B^4 + 0.36B^{20})a_t}{(1 - B^{12})(1 + 0.28B^{12})}$$

atau

$$Y_{4,t}^* = 0.72Y_{4,(t-12)}^* + 0.28Y_{4,(t-24)}^* + a_t + 0.21a_{t-4} + 0.36a_{t-20}$$

**Lampiran 19.** Persamaan Matematis Model ARIMA *Inflow* Uang Kartal Sulawesi Tenggara

$$\ln(Y_{8,t}) = \frac{(1 + 0.27B^{35})(1 - 0.66B^{12})a_t}{(1 - B)(1 - B^{12})(1 + 0.64B + 0.49B^2)}$$

atau

$$Y_{8,t}^* = 0.36Y_{8,(t-1)}^* + 0.15Y_{8,(t-2)}^* + 0.49Y_{8,(t-3)}^* + Y_{8,(t-12)}^* + 0.36Y_{8,(t-13)}^* \\ + 0.15Y_{8,(t-14)}^* + 0.49Y_{8,(t-15)}^* + a_t - 0.66a_{t-12} + 0.27a_{t-35} - 0.18a_{t-47}$$

**Lampiran 20.** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series* untuk Data *Outflow* Uang Kartal Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag

Variabel	Estimasi	SE	t	P-value
$D_{1,t}$	-0.3505	0.0900	-3.89	0.000
$tD_{1,t}$	0.0053	0.0012	4.39	0.000
$tD_{2,t}$	0.0008	0.0003	2.44	0.017
$M_{4,t}$	0.0656	0.0391	1.68	0.096
$M_{5,t}$	0.0920	0.0394	2.33	0.022
$M_{6,t}$	0.0959	0.0402	2.39	0.019
$M_{7,t}$	0.0778	0.0390	1.99	0.049
$M_{11,t}$	0.1041	0.0415	2.51	0.014
$M_{12,t}$	0.2300	0.0496	4.64	0.000
$L_{-1,t}$	-0.1482	0.0841	-1.76	0.081
$L_{-4,t}$	0.3020	0.0828	3.65	0.000
$L_{1,(t-1)}$	0.2996	0.0826	3.63	0.000
AR(2)	0.1061	0.0547	1.94	0.055
AR(12)	0.5407	0.0750	7.21	0.000

**Lampiran 21.** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series* untuk Data *Outflow* Uang Kartal Sulawesi Utara dengan Tambahan Lag

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
$D_{1,t}$	-0.6740	0.0834	-8.08	0.000
$D_{2,t}$	-0.5784	0.1900	-3.04	0.003
$tD_{1,t}$	0.0083	0.0011	7.47	0.000
$tD_{2,t}$	0.0051	0.0017	3.05	0.003
$M_{3,t}$	0.0885	0.0336	2.63	0.010
$M_{4,t}$	0.0951	0.0344	2.77	0.007
$M_{5,t}$	0.0905	0.0340	2.66	0.009
$M_{6,t}$	0.1109	0.0354	3.13	0.002
$M_{7,t}$	0.1042	0.0350	2.98	0.004
$M_{8,t}$	0.0834	0.0359	2.32	0.022
$M_{11,t}$	0.0692	0.0360	1.92	0.058
$M_{12,t}$	0.2738	0.0505	5.42	0.000
$L_{-4,t}$	0.2572	0.0742	3.47	0.001
$L_{-1,(t-1)}$	0.2716	0.0713	3.81	0.000
AR(2)	0.1456	0.0376	3.87	0.000
AR(12)	0.6757	0.0626	10.79	0.000

**Lampiran 22.** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series* untuk Data *Outflow* Uang Kartal Sulawesi Tenggara dengan Tambahan Lag

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
$D_{1,t}$	-0.2905	0.0734	-3.96	0.000
$tD_{1,t}$	0.0035	0.0010	3.58	0.001
$M_{5,t}$	0.0960	0.0375	2.56	0.012
$M_{6,t}$	0.0840	0.0382	2.20	0.031
$M_{7,t}$	0.0837	0.0433	1.93	0.056
$M_{8,t}$	0.0858	0.0357	2.40	0.018
$M_{9,t}$	0.0821	0.0364	2.25	0.027
$M_{10,t}$	0.0830	0.0382	2.17	0.033
$M_{11,t}$	0.1426	0.0372	3.83	0.000
$M_{12,t}$	0.2788	0.0484	5.76	0.000
$L_{1,t}$	-0.1526	0.0699	-2.18	0.032
$L_{4,t}$	0.2298	0.0706	3.25	0.002
$L_{1,t(t-1)}$	0.2758	0.0704	3.92	0.000
AR(12)	0.4480	0.0788	5.69	0.000
AR(31)	0.3143	0.0696	4.52	0.000

**Lampiran 23.** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series* untuk Data *Inflow* Uang Kartal Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
t	0.0038	0.0005	8.20	0.000
$D_{1,t}$	0.1088	0.0560	1.94	0.055
$D_{2,t}$	-0.2810	0.0476	-5.91	0.000
$tD_{1,t}$	-0.0046	0.0009	-4.87	0.000
$M_{1,t}$	0.1294	0.0214	6.05	0.000
$M_{2,t}$	0.0725	0.0208	3.49	0.001
$M_{7,t}$	0.0345	0.0207	1.67	0.099
$M_{8,t}$	0.0679	0.0208	3.27	0.002
$L_{1,t}$	0.1822	0.0420	4.34	0.000
$L_{2,t}$	0.2099	0.0347	6.05	0.000
$L_{2,t(t+1)}$	0.0735	0.0443	1.66	0.100
$L_{4,t(t+1)}$	0.2102	0.0419	5.02	0.000
AR(24)	-0.3391	0.1247	-2.72	0.008

**Lampiran 24.** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series* untuk Data *Inflow* Uang Kartal Sulawesi Utara dengan Tambahan Lag

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
t	0.0105	0.0009	11.15	0.000
D <sub>1,t</sub>	0.2369	0.1244	1.90	0.060
D <sub>2,t</sub>	-1.1483	0.2548	-4.51	0.000
tD <sub>1,t</sub>	-0.0115	0.0021	-5.57	0.000
tD <sub>2,t</sub>	0.0045	0.0022	2.05	0.043
M <sub>1,t</sub>	0.4195	0.0452	9.28	0.000
M <sub>8,t</sub>	0.0941	0.0421	2.24	0.028
L <sub>1,t</sub>	0.2048	0.0859	2.39	0.019
L <sub>2,t</sub>	0.2769	0.0714	3.88	0.000
L <sub>1,t(t+1)</sub>	0.1569	0.0896	1.75	0.083
L <sub>4,t(t+1)</sub>	0.3141	0.0868	3.62	0.000
AR(24)	-0.4839	0.1139	-4.25	0.000

**Lampiran 25.** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series* untuk Data *Inflow* Uang Kartal Sulawesi Tenggara dengan Tambahan Lag

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
t	0.0028	0.0003	10.01	0.000
D <sub>2,t</sub>	-0.3063	0.0293	-10.47	0.000
tD <sub>1,t</sub>	-0.0030	0.0002	-12.00	0.000
M <sub>1,t</sub>	0.1712	0.0142	12.06	0.000
M <sub>2,t</sub>	0.1044	0.0143	7.32	0.000
M <sub>3,t</sub>	0.0811	0.0143	5.66	0.000
M <sub>4,t</sub>	0.0506	0.0144	3.51	0.001
M <sub>5,t</sub>	0.0429	0.0145	2.96	0.004
M <sub>6,t</sub>	0.0381	0.0146	2.62	0.010
M <sub>7,t</sub>	0.0576	0.0146	3.94	0.000
M <sub>8,t</sub>	0.0732	0.0147	4.97	0.000
M <sub>9,t</sub>	0.0460	0.0151	3.05	0.003
M <sub>10,t</sub>	0.0353	0.0153	2.31	0.023
L <sub>1,t</sub>	0.1818	0.0316	5.76	0.000
L <sub>2,t</sub>	0.1276	0.0226	5.66	0.000
L <sub>1,t(t+1)</sub>	0.0556	0.0314	1.77	0.080
L <sub>3,t(t+1)</sub>	0.1120	0.0322	3.47	0.001
L <sub>4,t(t+1)</sub>	0.1410	0.0257	5.49	0.000

**Lampiran 26.** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag dan *Outlier*

Variabel	Estimasi	SE	t	P-value
$D_{1,t}$	-0.2642	0.0825	-3.20	0.002
$tD_{1,t}$	0.0040	0.0011	3.58	0.001
$tD_{2,t}$	0.0008	0.0003	2.89	0.005
$M_{4,t}$	0.0644	0.0348	1.85	0.067
$M_{5,t}$	0.0908	0.0350	2.60	0.011
$M_{6,t}$	0.0947	0.0354	2.67	0.009
$M_{7,t}$	0.0777	0.0347	2.24	0.027
$M_{12,t}$	0.2294	0.0427	5.38	0.000
$L_{4,t}$	0.2965	0.0741	4.00	0.000
$L_{1,t(t-1)}$	0.3000	0.0740	4.05	0.000
AR(2)	0.1089	0.0489	2.23	0.028
AR(12)	0.5503	0.0630	8.73	0.000
AO 95	0.6376	0.1083	5.89	0.000

**Lampiran 27.** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag dan *Outlier*

Variabel	Estimasi	SE	t	P-value
t	0.0033	0.0002	20.02	0.000
$D_{2,t}$	-0.2654	0.0174	-15.23	0.000
$tD_{1,t}$	-0.0030	0.0002	-19.24	0.000
$M_{1,t}$	0.0541	0.0095	5.71	0.000
$M_{2,t}$	0.0433	0.0081	5.35	0.000
$L_{1,t}$	0.1983	0.0222	8.92	0.000
$L_{2,t}$	0.0913	0.0129	7.08	0.000
AR(12)	0.0837	0.0340	2.46	0.016
AO128	0.3486	0.0263	13.27	0.000
AO121	0.2919	0.0242	12.08	0.000
AO105	0.3459	0.0225	15.39	0.000
AO116	0.2030	0.0223	9.09	0.000
AO74	0.1479	0.0233	6.34	0.000
AO49	0.1405	0.0238	5.90	0.000
AO48	-0.1127	0.0226	-4.98	0.000
AO109	0.0952	0.0245	3.88	0.000
AO132	-0.1133	0.0226	-5.02	0.000
AO131	-0.0876	0.0224	-3.91	0.000

**Lampiran 27.** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag dan *Outlier* (Lanjutan)

Variabel	Estimasi	SE	t	P-value
AO97	-0.0995	0.0243	-4.09	0.000
AO98	-0.0836	0.0237	-3.53	0.001
AO31	0.0767	0.0222	3.46	0.001
AO35	-0.1024	0.0314	-3.27	0.002
AO120	-0.0642	0.0223	-2.87	0.005
AO19	0.0666	0.0221	3.02	0.003
AO99	0.0664	0.0224	2.97	0.004
AO115	0.0658	0.0223	2.95	0.004
AO16	0.0573	0.0219	2.62	0.010
AO21	0.0530	0.0220	2.40	0.018

**Lampiran 28.** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Utara dengan Tambahan Lag dan *Outlier*

Variabel	Estimasi	SE	t	P-value
t	0.0081	0.0004	22.15	0.000
D <sub>2,t</sub>	-0.5445	0.0332	-16.42	0.000
tD <sub>1,t</sub>	-0.0071	0.0003	-22.29	0.000
M <sub>1,t</sub>	0.3128	0.0229	13.69	0.000
L <sub>1,t</sub>	0.1525	0.0266	5.74	0.000
L <sub>2,t</sub>	0.1719	0.0267	6.44	0.000
L <sub>4,(t+1)</sub>	0.4942	0.0377	13.11	0.000
AR(1)	0.1327	0.0244	5.43	0.000
AR(24)	-0.0812	0.0291	-2.79	0.007
AO97	-0.4885	0.0438	-11.15	0.000
AO121	0.5932	0.0454	13.07	0.000
AO109	0.5104	0.0438	11.66	0.000
AO116	0.4147	0.0376	11.02	0.000
AO128	0.4278	0.0462	9.26	0.000
AO47	-0.4051	0.0542	-7.47	0.000
AO61	0.1966	0.0425	4.62	0.000
AO48	-0.2638	0.0384	-6.88	0.000
AO95	0.2289	0.0380	6.03	0.000
AO115	0.1683	0.0377	4.46	0.000
AO25	-0.2172	0.0434	-5.01	0.000

**Lampiran 28.** Estimasi dan Signifikansi Parameter Regresi *Time Series Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Utara dengan Tambahan Lag dan *Outlier* (Lanjutan)

Variabel	Estimasi	SE	t	P-value
AO96	0.1605	0.0382	4.20	0.000
AO37	-0.1670	0.0438	-3.81	0.000
AO98	-0.1342	0.0386	-3.48	0.001
AO129	-0.1504	0.0429	-3.51	0.001
AO31	0.1093	0.0374	2.92	0.005
AO120	-0.1062	0.0376	-2.82	0.006
AO99	0.1082	0.0384	2.82	0.006
AO103	0.1042	0.0378	2.76	0.007
AO108	-0.0904	0.0377	-2.40	0.019

**Lampiran 29.** Persamaan Matematis Model Regresi *Time Series Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Tengah

$$\begin{aligned}
 Y_{2,t} = & -2.6882D_{1,t} + 0.0040tD_{1,t} + 0.0008tD_{2,t} + 0.0644M_{4,t} + 0.0908M_{5,t} \\
 & + 0.0947M_{6,t} + 0.0777M_{7,t} + 0.2294M_{12,t} + 0.2965L_{4,t} + 0.3000L_{1,(t-1)} \\
 & - 0.1089Y_{2,(t-2)} - 0.5503Y_{2,(t-12)} + 0.6376I_t^{(95)} + a_t.
 \end{aligned}$$

**Lampiran 30.** Persamaan Matematis Model Regresi *Time Series Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Tengah

$$\begin{aligned}
 Y_{6,t} = & 0.0033t - 0.2654D_{2,t} - 0.0030tD_{1,t} + 0.0541M_{1,t} + 0.0433M_{2,t} \\
 & + 0.1983L_{1,t} + 0.0913L_{2,t} - 0.0837Y_{6,(t-12)} + 0.3486I_t^{(128)} + 0.2919I_t^{(121)} \\
 & + 0.3459I_t^{(105)} + 0.2030I_t^{(116)} + 0.1479I_t^{(74)} + 0.1405I_t^{(49)} - 0.1127I_t^{(48)} \\
 & + 0.0952I_t^{(109)} - 0.1133I_t^{(132)} - 0.0876I_t^{(131)} - 0.0995I_t^{(97)} - 0.0836I_t^{(98)} \\
 & - 0.0876I_t^{(131)} - 0.0995I_t^{(97)} - 0.0836I_t^{(98)} + 0.0767I_t^{(31)} - 0.1024I_t^{(35)} \\
 & - 0.0642I_t^{(120)} + 0.0666I_t^{(19)} + 0.0664I_t^{(99)} + 0.0658I_t^{(115)} + 0.0573I_t^{(16)} \\
 & + 0.0530I_t^{(21)} + a_t.
 \end{aligned}$$



**Lampiran 31.** Persamaan Matematis Model Regresi *Time Series Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Utara

$$Y_{3,t} = -0.6740D_{1,t} - 0.5784D_{2,t} + 0.0083tD_{1,t} + 0.0051tD_{2,t} + 0.0885M_{3,t} \\ + 0.0951M_{4,t} + 0.0905M_{5,t} + 0.1109M_{6,t} + 0.1042M_{7,t} + 0.0834M_{8,t} \\ + 0.0692M_{11,t} + 0.2738M_{12,t} + 0.2572L_{4,t} + 0.2716L_{1,(t-1)} \\ + 0.1456Y_{3,(t-2)} - 0.6757Y_{3,(t-12)} + a_t.$$

**Lampiran 32.** Persamaan Matematis Model Regresi *Time Series Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Utara

$$Y_{7,t} = 0.0081t - 0.5445D_{2,t} - 0.0071tD_{1,t} + 0.3128M_{1,t} + 0.1525L_{1,t} \\ + 0.1719L_{2,t} + 0.4942L_{4,(t+1)} + 0.1327Y_{7,(t-1)} - 0.0812Y_{7,(t-24)} \\ - 0.4885I_t^{(97)} + 0.5932I_t^{(121)} + 0.5104I_t^{(109)} + 0.4147I_t^{(116)} + 0.4278I_t^{(128)} \\ - 0.4051I_t^{(47)} + 0.1966I_t^{(61)} - 0.2638I_t^{(48)} + 0.2289I_t^{(95)} + 0.1683I_t^{(115)} \\ - 0.2172I_t^{(25)} + 0.1605I_t^{(96)} - 0.1670I_t^{(37)} - 0.1342I_t^{(98)} - 0.1504I_t^{(129)} \\ + 0.1093I_t^{(31)} - 0.1062I_t^{(120)} + 0.1082I_t^{(99)} + 0.1042I_t^{(103)} - 0.0904I_t^{(108)} \\ + \varepsilon_t.$$

**Lampiran 33.** Persamaan Matematis Model Regresi *Time Series Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Tenggara

$$Y_{4,t} = -0.2905D_{1,t} + 0.0035tD_{1,t} + 0.0960M_{5,t} + 0.0840M_{6,t} + 0.0837M_{7,t} \\ + 0.0858M_{8,t} + 0.0821M_{9,t} + 0.0830M_{10,t} + 0.1426M_{11,t} + 0.2788M_{12,t} \\ - 0.1526L_{1,t} + 0.2298L_{4,t} + 0.2578L_{1,(t-1)} + 0.4480Y_{4,(t-12)} \\ - 0.3143Y_{4,(t-31)} + a_t.$$

**Lampiran 34.** Persamaan Matematis Model Regresi *Time Series Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Tenggara

$$Y_{8,t} = 0.0028t - 0.3063D_{2,t} - 0.0030tD_{1,t} + 0.1712M_{1,t} + 0.1044M_{2,t} \\ + 0.0811M_{3,t} + 0.0506M_{4,t} + 0.0429M_{5,t} + 0.0381M_{6,t} + 0.0576M_{7,t} \\ + 0.0732M_{8,t} + 0.0460M_{9,t} + 0.0353M_{10,t} + 0.1818L_{1,t} + 0.1276L_{2,t} \\ + 0.0556L_{1,(t+1)} + 0.1120L_{4,(t+1)} + 0.1410L_{4,(t+1)} + a_t.$$

**Lampiran 35.** Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX *Outflow* uang Kartal di Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag dan *Outlier*

Variabel	Estimasi	SE	T	<i>P-value</i>
$D_{1,t}$	-0.1951	0.0699	-2.79	0.0062
$tD_{1,t}$	0.0031	0.0010	3.14	0.0022
$tD_{2,t}$	0.0019	0.0002	8.84	<.0001
$M_{4,t}$	0.1525	0.0341	4.47	<.0001
$M_{5,t}$	0.2071	0.0354	5.85	<.0001
$M_{6,t}$	0.2226	0.0355	6.27	<.0001
$M_{7,t}$	0.1845	0.0355	5.19	<.0001
$M_{8,t}$	0.1365	0.0372	3.67	0.0004
$M_{9,t}$	0.1266	0.0367	3.45	0.0008
$M_{10,t}$	0.1332	0.0370	3.60	0.0005
$M_{11,t}$	0.1722	0.0375	4.59	<.0001
$M_{12,t}$	0.3719	0.0362	10.26	<.0001
$L_{2,t}$	0.1402	0.0378	3.71	0.0003
$L_{3,t}$	0.2132	0.0625	3.41	0.0009
$L_{4,t}$	0.1952	0.0493	3.96	0.0001
$L_{-1,(t-1)}$	0.2838	0.0487	5.83	<.0001
MA(12)	-0.4176	0.0921	-4.53	<.0001
MA(23)	-0.3874	0.0967	-4.00	0.0001
AO96	0.7325	0.0715	10.25	<.0001
AO95	0.4828	0.0767	6.29	<.0001
AO132	0.2619	0.0872	3.00	0.0033

**Lampiran 36.** Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX *Inflow* uang Kartal di Sulawesi Tengah dengan Tambahan Lag dan *Outlier*

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
t	0.0019	0.0003	6.98	<.0001
D <sub>2,t</sub>	-0.1485	0.0246	-6.04	<.0001
tD <sub>1,t</sub>	-0.0022	0.0002	-9.97	<.0001
M <sub>1,t</sub>	0.1267	0.0067	19.03	<.0001
M <sub>2,t</sub>	0.0899	0.0076	11.81	<.0001
M <sub>3,t</sub>	0.0653	0.0068	9.67	<.0001
M <sub>4,t</sub>	0.0512	0.0069	7.41	<.0001
M <sub>5,t</sub>	0.0489	0.0070	6.99	<.0001
M <sub>6,t</sub>	0.0580	0.0074	7.79	<.0001
M <sub>7,t</sub>	0.0851	0.0078	10.95	<.0001
M <sub>8,t</sub>	0.0809	0.0080	10.07	<.0001
M <sub>9,t</sub>	0.0768	0.0084	9.17	<.0001
M <sub>10,t</sub>	0.0739	0.0086	8.64	<.0001
M <sub>11,t</sub>	0.0327	0.0095	3.44	0.0008
M <sub>12,t</sub>	0.0426	0.0090	4.72	<.0001
L <sub>1,t</sub>	0.1680	0.0269	6.24	<.0001
L <sub>2,t</sub>	0.0729	0.0208	3.51	0.0007
L <sub>3,t</sub>	0.1038	0.0276	3.75	0.0003
L <sub>-4,(t+1)</sub>	0.1326	0.0186	7.14	<.0001
MA(24)	0.8886	0.0872	10.19	<.0001
AO128	0.3167	0.0483	6.55	<.0001
AO121	0.2645	0.0441	6.00	<.0001
AO74	0.0970	0.0324	2.99	0.0035
AO95	0.1000	0.0373	2.68	0.0084

**Lampiran 37.** Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX *Outflow* uang Kartal di Sulawesi Utara dengan Tambahan Lag dan *Outlier*

Variabel	Estimasi	SE	T	<i>P-value</i>
t	0.0041	0.0005	7.92	<0.0001
D <sub>1,t</sub>	-0.2670	0.0378	-7.07	<0.0001
D <sub>2,t</sub>	-0.8598	0.2428	-3.54	0.0006
tD <sub>2,t</sub>	0.0048	0.0023	2.12	0.0360
M <sub>4,t</sub>	0.1574	0.0490	3.21	0.0017
M <sub>5,t</sub>	0.1351	0.0493	2.74	0.0072
M <sub>6,t</sub>	0.1906	0.0490	3.89	0.0002
M <sub>7,t</sub>	0.2027	0.0501	4.05	<0.0001
M <sub>8,t</sub>	0.1623	0.0501	3.24	0.0016
M <sub>9,t</sub>	0.0973	0.0497	1.96	0.0529
M <sub>12,t</sub>	0.5861	0.0495	11.84	<0.0001
L <sub>2,t</sub>	0.2339	0.0491	4.76	<0.0001
L <sub>3,t</sub>	0.2762	0.0747	3.70	0.0003
L <sub>4,t</sub>	0.2662	0.0589	4.52	<0.0001
L <sub>1,(t-1)</sub>	0.3261	0.0575	5.67	<0.0001
L <sub>3,(t-1)</sub>	-0.1295	0.0554	-2.34	0.0212
MA(12)	-0.6674	0.0777	-8.59	<0.0001
MA(27)	0.3676	0.0830	4.43	<0.0001
M <sub>11,t</sub>	0.1312	0.0524	2.51	0.0136

**Lampiran 38.** Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX *Inflow* uang Kartal di Sulawesi Utara dengan Tambahan Lag dan *Outlier*

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
t	0.0030	0.0003	10.23	<0.0001
D <sub>1,t</sub>	-0.2937	0.0214	-13.70	<0.0001
D <sub>2,t</sub>	-0.5887	0.1686	-3.49	0.0007
tD <sub>2,t</sub>	0.0044	0.0016	2.82	0.0058
M <sub>1,t</sub>	0.3321	0.0163	20.36	<0.0001
M <sub>2,t</sub>	0.1742	0.0155	11.26	<0.0001
M <sub>3,t</sub>	0.1731	0.0155	11.18	<0.0001
M <sub>4,t</sub>	0.1641	0.0153	10.74	<0.0001
M <sub>5,t</sub>	0.1699	0.0152	11.14	<0.0001
M <sub>6,t</sub>	0.1742	0.0153	11.40	<0.0001
M <sub>7,t</sub>	0.2061	0.0155	13.29	<0.0001
M <sub>8,t</sub>	0.1833	0.0160	11.48	<0.0001
M <sub>9,t</sub>	0.2021	0.0156	12.98	<0.0001
M <sub>10,t</sub>	0.1954	0.0169	11.57	<0.0001
M <sub>11,t</sub>	0.1659	0.0175	9.46	<0.0001
M <sub>12,t</sub>	0.1573	0.0169	9.31	<0.0001
L <sub>1,t</sub>	0.1506	0.0440	3.42	0.0009
L <sub>2,t</sub>	0.1096	0.0321	3.41	0.0009
L <sub>4,(t+1)</sub>	0.2382	0.0322	7.39	<0.0001
AR(9)	0.1995	0.1046	1.91	0.0593
AR(14)	0.2386	0.1080	2.21	0.0293
MA(10)	-0.2605	0.1114	-2.34	0.0213
MA(24)	0.7395	0.1267	5.84	<0.0001
AO109	0.6157	0.0707	8.71	<0.0001
AO121	0.5446	0.0721	7.55	<0.0001
AO61	0.3373	0.0540	6.25	<0.0001
AO128	0.5131	0.0839	6.12	<0.0001
AO116	0.3903	0.0669	5.83	<0.0001

**Lampiran 39.** Estimasi dan Signifikansi Parameter ARIMAX *Outflow* uang Kartal di Sulawesi Tenggara dengan Tambahan Lag dan *Outlier*

Variabel	Estimasi	SE	T	P-value
t	0.0043	0.0004	10.76	<.0001
D <sub>1,t</sub>	-0.2011	0.0299	-6.74	<.0001
D <sub>2,t</sub>	-0.3065	0.0451	-6.79	<.0001
M <sub>5,t</sub>	0.0718	0.0396	1.82	0.0721
M <sub>6,t</sub>	0.0866	0.0393	2.21	0.0294
M <sub>7,t</sub>	0.1350	0.0401	3.37	0.0010
M <sub>12,t</sub>	0.3054	0.0402	7.6	<.0001
L <sub>2,t</sub>	0.1820	0.0440	4.13	<.0001
L <sub>3,t</sub>	0.1664	0.0659	2.53	0.0128
L <sub>4,t</sub>	0.2417	0.0475	5.09	<.0001
L <sub>1,(t-1)</sub>	0.3180	0.0594	5.35	<.0001
L <sub>2,(t-1)</sub>	0.0936	0.0456	2.05	0.0422
L <sub>3,(t-1)</sub>	-0.1091	0.0599	-1.82	0.0710
MA(12)	-0.4821	0.0998	-4.83	<.0001
MA(21)	0.3827	0.0985	3.89	0.0002

**Lampiran 40.** Persamaan Matematis Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender untuk *Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Tengah

$$\begin{aligned}
 Y_{2,t} = & -0.1951D_{1,t} + 0.0031tD_{1,t} + 0.0019tD_{2,t} + 0.1525M_{4,t} + 0.2071M_{5,t} \\
 & + 0.2226M_{6,t} + 0.1845M_{7,t} + 0.1365M_{8,t} + 0.1266M_{9,t} + 0.1332M_{10,t} \\
 & + 0.1722M_{11,t} + 0.3719M_{12,t} + 0.1402L_{2,t} + 0.2132L_{3,t} + 0.1952L_{4,t} \\
 & + 0.2838L_{1,(t-1)} - 0.4176a_{(t-12)} - 0.3874a_{(t-23)} + 0.7325I_t^{(96)} \\
 & + 0.4828I_t^{(95)} + 0.2619I_t^{(132)} + a_t.
 \end{aligned}$$

**Lampiran 41.** Persamaan Matematis Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender untuk *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Tengah

$$\begin{aligned}
 Y_{6,t} = & 0.0019t - 0.1485D_{2,t} - 0.0022tD_{1,t} + 0.1267M_{1,t} + 0.0899M_{2,t} \\
 & + 0.0653M_{3,t} + 0.0512M_{4,t} + 0.0489M_{5,t} + 0.0580M_{6,t} + 0.0851M_{7,t} \\
 & + 0.0809M_{8,t} + 0.0768M_{9,t} + 0.0739M_{10,t} + 0.0327M_{11,t} + 0.0426M_{12,t} \\
 & + 0.1680L_{1,t} + 0.0729L_{2,t} + 0.1038L_{3,t} + 0.1326L_{4,(t+1)} + 0.8886a_{(t-24)} \\
 & + 0.3167I_t^{(128)} + 0.2645I_t^{(121)} + 0.0970I_t^{(74)} + 0.0530I_t^{(95)} + a_t.
 \end{aligned}$$

**Lampiran 42.** Persamaan Matematis Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender untuk *Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Utara

$$\begin{aligned}
 Y_{3,t} = & 0.0041t - 0.2670D_{1,t} - 0.8598D_{2,t} + 0.0048tD_{2,t} + 0.1574M_{4,t} \\
 & + 0.1351M_{5,t} + 0.1906M_{6,t} + 0.2027M_{7,t} + 0.1623M_{8,t} + 0.0973M_{9,t} \\
 & + 0.1312M_{11,t} + 0.5861M_{12,t} + 0.2339L_{2,t} + 0.2762L_{3,t} + 0.2662L_{4,t} \\
 & + 0.3261L_{1,(t-1)} - 0.1295L_{3,(t-1)} - 0.6674a_{(t-12)} - 0.3676a_{(t-27)} + a_t.
 \end{aligned}$$

**Lampiran 43.** Persamaan Matematis Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender untuk *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Utara

$$\begin{aligned}
 Y_{7,t} = & 0.003t - 0.2937D_{1,t} - 0.5887D_{2,t} - 0.0044tD_{2,t} + 0.3321M_{1,t} \\
 & + 0.1742M_{2,t} + 0.1731M_{3,t} + 0.1641M_{4,t} + 0.1699M_{5,t} + 0.1742M_{6,t} \\
 & + 0.2061M_{7,t} + 0.1833M_{8,t} + 0.2021M_{9,t} + 0.1954M_{10,t} + 0.1659M_{11,t} \\
 & + 0.1573M_{12,t} + 0.1506L_{1,t} + 0.1096L_{2,t} + 0.2382L_{4,(t+1)} \\
 & + \frac{1 + 0.2605B^{10} - 0.7395B^{24}}{1 - 0.1995B^9 - 0.2386B^{14}} a_t + 0.6157I_t^{(109)} + 0.5446I_t^{(121)} \\
 & + 0.3373I_t^{(61)} + 0.5131I_t^{(128)} + 0.3903I_t^{(116)}.
 \end{aligned}$$

**Lampiran 44.** Persamaan Matematis Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender untuk *Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Utara

$$\begin{aligned}
 Y_{4,t} = & 0.0043t - 0.2011D_{1,t} - 0.3065tD_{1,t} + 0.0718M_{5,t} + 0.0866M_{6,t} \\
 & + 0.1350M_{7,t} + 0.3054M_{12,t} + 0.1820L_{2,t} + 0.1664L_{3,t} + 0.2417L_{4,t} \\
 & + 0.3180L_{1,(t-1)} + 0.0936L_{2,(t-1)} - 0.1091L_{3,(t-1)} - 0.4821a_{(t-12)} \\
 & + 0.3827a_{(t-31)} + a_t.
 \end{aligned}$$

**Lampiran 45.** Hasil Pemodelan FFNN *Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Tengah

Jumlah Neuron di Hidden Layer	RMSE	
	In Sample	Out Sample
1	0.093	0.157
2	0.078	0.165
3	0.064	0.182
4	0.074	0.178
5	0.073	0.174
6	0.072	0.190
7	0.070	0.162
8	0.063	0.187
9	0.070	0.166
10	<b>0.072</b>	<b>0.144</b>

$$\begin{aligned}
 Y_{2,t} = & 1.0198 + 0.6994f^{h_1}(\bullet) - 0.6914f^{h_2}(\bullet) + 1.7434f^{h_3}(\bullet) - 1.1222f^{h_4}(\bullet) \\
 & - 0.7048f^{h_5}(\bullet) + 2.0737f^{h_6}(\bullet) + 0.7754f^{h_7}(\bullet) - 1.2884f^{h_8}(\bullet) \\
 & - 1.7660f^{h_9}(\bullet) + 0.8612f^{h_{10}}(\bullet) + a_t
 \end{aligned}$$

dengan

$$\begin{aligned}
 f^{h_1}(\bullet) = & (1 + \exp(-(0.2304 + 0.3604D_{1,t(0)} - 0.4057D_{1,t(1)} + 0.2068tD_{1,t} \\
 & + 0.9963tD_{2,t} - 0.1390M_{4,t(0)} - 0.1111M_{4,t(1)} + 0.2852M_{5,t(0)} \\
 & + 0.3781M_{5,t(1)} + 0.0928M_{6,t(0)} - 0.0424M_{6,t(1)} + 0.1061M_{7,t(0)} \\
 & - 0.0384M_{7,t(1)} - 0.2814M_{12,t(0)} + 0.0447M_{12,t(1)} - 0.7467L_{4,t(0)} \\
 & + 0.3956L_{4,t(1)} - 0.1255L_{1,(t-1)(0)} + 0.0137L_{1,(t-1)(1)} + 0.0832Y_{2,(t-2)} \\
 & + 1.4642Y_{2,(t-12)} - 0.8743I_{t(0)}^{(95)} + 0.6590I_{t(1)}^{(95)})))^{-1} \\
 f^{h_2}(\bullet) = & (1 + \exp(-(-0.7297 - 0.3695D_{1,t(0)} + 0.2593D_{1,t(1)} - 0.0439tD_{1,t} \\
 & - 0.2953tD_{2,t} + 0.0770M_{4,t(0)} - 0.3832M_{4,t(1)} - 0.3229M_{5,t(0)} \\
 & - 0.1600M_{5,t(1)} + 0.3520M_{6,t(0)} - 0.0228M_{6,t(1)} - 0.3758M_{7,t(0)} \\
 & - 0.1390M_{7,t(1)} - 0.2047M_{12,t(0)} - 0.3427M_{12,t(1)} - 0.3721L_{4,t(0)} \\
 & - 0.5185L_{4,t(1)} - 0.3207L_{1,(t-1)(0)} - 0.4065L_{1,(t-1)(1)} + 0.6108Y_{2,(t-2)} \\
 & - 0.8120Y_{2,(t-12)} + 0.1762I_{t(0)}^{(95)} - 0.3288I_{t(1)}^{(95)})))^{-1}
 \end{aligned}$$



$$f^{h_3}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.5105 + 1.1143D_{1,t(0)} + 0.0529D_{1,t(1)} - 0.5494tD_{1,t} \\ - 0.4258tD_{2,t} + 0.2890M_{4,t(0)} + 0.2712M_{4,t(1)} + 0.3011M_{5,t(0)} \\ + 0.6178M_{5,t(1)} + 0.2582M_{6,t(0)} + 0.2836M_{6,t(1)} + 0.3996M_{7,t(0)} \\ - 0.0502M_{7,t(1)} - 0.1583M_{12,t(0)} + 0.3762M_{12,t(1)} - 0.2919L_{4,t(0)} \\ + 0.7870L_{4,t(1)} - 0.1942L_{1,(t-1)(0)} + 0.9063L_{1,(t-1)(1)} - 0.6269Y_{2,(t-2)} \\ + 1.2880Y_{2,(t-12)} + 0.2232I_{t(0)}^{(95)} + 0.8146I_{t(1)}^{(95)})))^{-1}$$

$$f^{h_4}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.4337 + 0.0447D_{1,t(0)} + 0.2916D_{1,t(1)} - 0.5427tD_{1,t} \\ - 0.3774tD_{2,t} + 0.3138M_{4,t(0)} - 0.1256M_{4,t(1)} - 0.2717M_{5,t(0)} \\ - 0.4810M_{5,t(1)} + 0.2012M_{6,t(0)} - 0.4803M_{6,t(1)} + 0.3887M_{7,t(0)} \\ + 0.0744M_{7,t(1)} - 0.0154M_{12,t(0)} - 0.2308M_{12,t(1)} + 0.3819L_{4,t(0)} \\ - 0.6424L_{4,t(1)} + 0.3460L_{1,(t-1)(0)} - 0.6209L_{1,(t-1)(1)} - 0.0452Y_{2,(t-2)} \\ + 0.3426Y_{2,(t-12)} + 0.0279I_{t(0)}^{(95)} - 0.2892I_{t(1)}^{(95)})))^{-1}$$

$$f^{h_5}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.1337 - 0.3484D_{1,t(0)} - 0.1507D_{1,t(1)} - 0.3348tD_{1,t} \\ - 0.5411tD_{2,t} - 0.3187M_{4,t(0)} + 0.3588M_{4,t(1)} - 0.5484M_{5,t(0)} \\ + 0.4556M_{5,t(1)} - 0.0302M_{6,t(0)} - 0.3606M_{6,t(1)} + 0.1375M_{7,t(0)} \\ - 0.2768M_{7,t(1)} + 0.8679M_{12,t(0)} - 0.2880M_{12,t(1)} + 0.2600L_{4,t(0)} \\ - 0.8279L_{4,t(1)} + 1.1510L_{1,(t-1)(0)} - 0.4299L_{1,(t-1)(1)} - 0.4959Y_{2,(t-2)} \\ - 0.9717Y_{2,(t-12)} + 0.8868I_{t(0)}^{(95)} - 0.8519I_{t(1)}^{(95)})))^{-1}$$

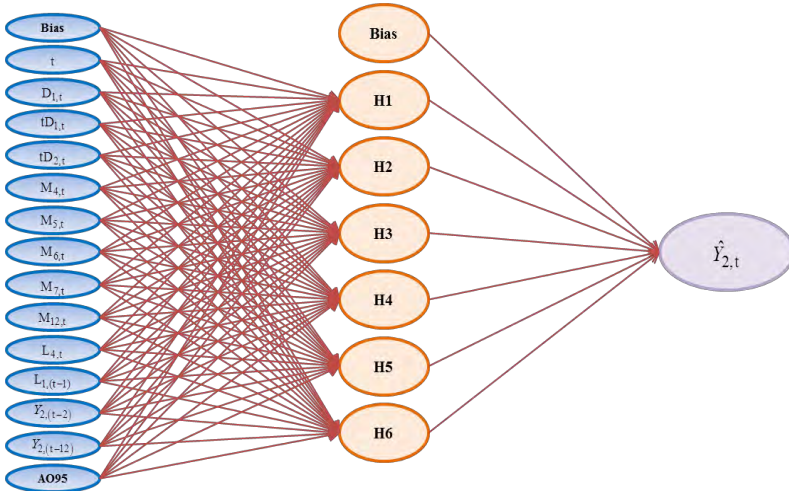
$$f^{h_6}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.0628 + 0.4018D_{1,t(0)} - 0.4293D_{1,t(1)} + 1.0047tD_{1,t} \\ + 0.2563tD_{2,t} + 0.0596M_{4,t(0)} + 0.4396M_{4,t(1)} + 0.1519M_{5,t(0)} \\ + 0.5666M_{5,t(1)} + 0.0117M_{6,t(0)} + 0.2775M_{6,t(1)} + 0.1724M_{7,t(0)} \\ + 0.0480M_{7,t(1)} - 0.6521M_{12,t(0)} + 0.4200M_{12,t(1)} - 0.9905L_{4,t(0)} \\ + 0.4148L_{4,t(1)} - 0.4900L_{1,(t-1)(0)} + 0.8120L_{1,(t-1)(1)} + 0.1425Y_{2,(t-2)} \\ - 0.1761Y_{2,(t-12)} - 0.1679I_{t(0)}^{(95)} + 1.1646I_{t(1)}^{(95)})))^{-1}$$

$$f^{h_7}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.2105 + 0.2543D_{1,t(0)} - 0.4323D_{1,t(1)} + 0.3962tD_{1,t} \\ - 0.2588tD_{2,t} + 0.0123M_{4,t(0)} - 0.0745M_{4,t(1)} + 0.2220M_{5,t(0)} \\ + 0.2917M_{5,t(1)} + 0.3735M_{6,t(0)} + 0.4204M_{6,t(1)} + 0.2954M_{7,t(0)} \\ + 0.4893M_{7,t(1)} + 0.1827M_{12,t(0)} - 0.4259M_{12,t(1)} - 0.0872L_{4,t(0)} \\ + 0.4850L_{4,t(1)} + 0.1440L_{1,(t-1)(0)} + 0.3056L_{1,(t-1)(1)} - 0.1299Y_{2,(t-2)} \\ + 0.3558Y_{2,(t-12)} + 0.3886I_{t(0)}^{(95)} + 0.6258I_{t(1)}^{(95)})))^{-1}$$

$$f^{h_8}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.0268 - 0.4379D_{1,t(0)} - 0.0176D_{1,t(1)} - 1.0911tD_{1,t} \\ - 0.1034tD_{2,t} + 0.4000M_{4,t(0)} - 0.2640M_{4,t(1)} - 0.2490M_{5,t(0)} \\ + 0.0083M_{5,t(1)} - 0.2467M_{6,t(0)} - 0.3448M_{6,t(1)} + 0.5736M_{7,t(0)} \\ - 0.6862M_{7,t(1)} + 0.7897M_{12,t(0)} - 0.6394M_{12,t(1)} + 0.6522L_{4,t(0)} \\ - 0.9939L_{4,t(1)} + 0.7077L_{1,(t-1)(0)} - 0.6596L_{1,(t-1)(1)} - 0.5450Y_{2,(t-2)} \\ - 0.1442Y_{2,(t-12)} + 0.7727I_{t(0)}^{(95)} - 1.1187I_{t(1)}^{(95)})))^{-1}$$

$$f^{h_9}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.2257 - 0.6201D_{1,t(0)} + 0.3184D_{1,t(1)} - 1.0217tD_{1,t} \\ - 0.7673tD_{2,t} - 0.1962M_{4,t(0)} + 0.2166M_{4,t(1)} - 0.0208M_{5,t(0)} \\ - 0.4211M_{5,t(1)} - 0.2747M_{6,t(0)} - 0.4026M_{6,t(1)} + 0.0133M_{7,t(0)} \\ - 1.0016M_{7,t(1)} + 0.4517M_{12,t(0)} - 0.9565M_{12,t(1)} + 0.0556L_{4,t(0)} \\ - 0.9748L_{4,t(1)} + 1.1220L_{1,(t-1)(0)} - 0.3322L_{1,(t-1)(1)} - 0.7372Y_{2,(t-2)} \\ - 0.6140Y_{2,(t-12)} + 1.2588I_{t(0)}^{(95)} - 1.2041I_{t(1)}^{(95)})))^{-1}$$

$$f^{h_{10}}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.0126 + 0.6685D_{1,t(0)} - 0.5163D_{1,t(1)} - 0.0276tD_{1,t} \\ - 0.8133tD_{2,t} + 0.0981M_{4,t(0)} + 0.0860M_{4,t(1)} - 0.0167M_{5,t(0)} \\ + 0.6658M_{5,t(1)} - 0.3135M_{6,t(0)} + 0.1279M_{6,t(1)} + 0.4547M_{7,t(0)} \\ + 0.0225M_{7,t(1)} - 0.3574M_{12,t(0)} + 0.7705M_{12,t(1)} + 0.3050L_{4,t(0)} \\ + 0.8175L_{4,t(1)} + 0.1365L_{1,(t-1)(0)} + 0.7534L_{1,(t-1)(1)} + 0.0305Y_{2,(t-2)} \\ - 0.4153Y_{2,(t-12)} - 0.4442I_{t(0)}^{(95)} + 0.4052I_{t(1)}^{(95)})))^{-1}$$



**Lampiran 46.** Hasil Pemodelan FFNN *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Tengah

Jumlah Neuron di Hidden Layer	RMSE	
	In Sample	Out Sample
1	0.082	0.176
2	0.080	0.124
3	<b>0.080</b>	<b>0.115</b>
4	0.079	0.133
5	0.080	0.133
6	0.080	0.116
7	0.080	0.128
8	0.079	0.145
9	0.081	0.151
10	0.080	0.137

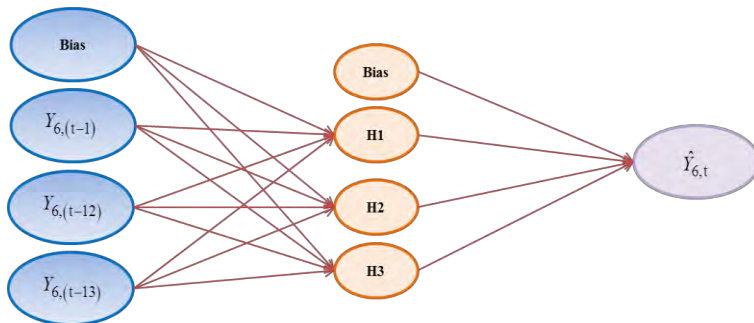
$$Y_{6,t} = -0.7742 + 0.4826f^{h_1}(\bullet) + 1.4372f^{h_2}(\bullet) - 0.1859f^{h_3}(\bullet) + a_t$$

dengan

$$f^{h_1}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.0815 + 0.2205Y_{6,(t-1)} + 1.1725Y_{6,(t-12)} - 0.2629Y_{6,(t-13)})))^{-1}$$

$$f^{h_2}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.2448 + 0.5193Y_{6,(t-1)} + 1.4223Y_{6,(t-12)} - 0.1221Y_{6,(t-13)})))^{-1}$$

$$f^{h_3}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.3405 + 0.1209Y_{6,(t-1)} - 0.1009Y_{6,(t-12)} + 0.0246Y_{6,(t-13)})))^{-1}$$



**Lampiran 47.** Hasil Pemodelan FFNN *Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Utara

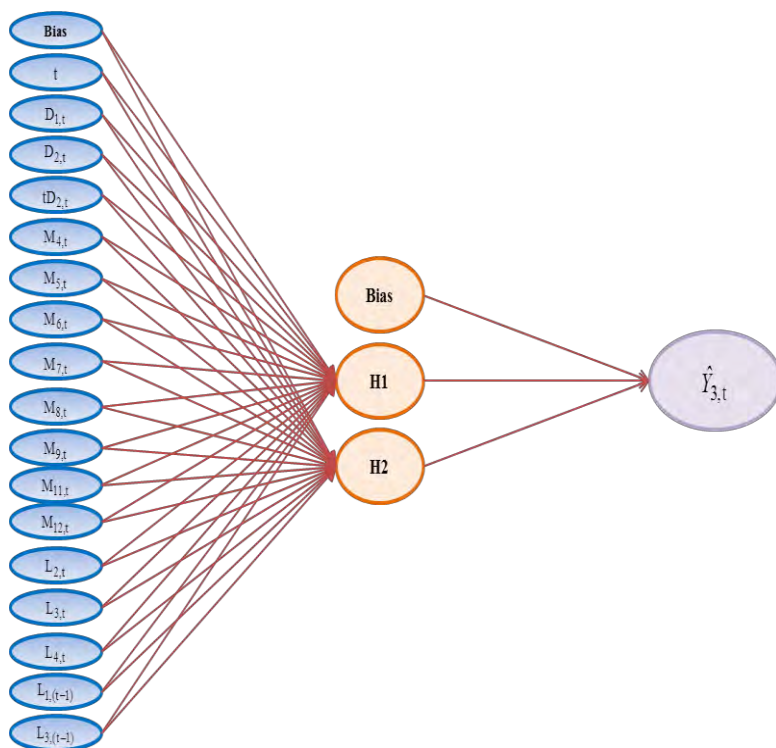
Jumlah Neuron di Hidden Layer	RMSE	
	In Sample	Out Sample
1	0.108	0.241
2	<b>0.077</b>	<b>0.213</b>
3	0.072	0.248
4	0.069	0.284
5	0.061	0.239
6	0.070	0.245
7	0.063	0.284
8	0.074	0.264
9	0.072	0.253
10	0.069	0.298

$$Y_{3,t} = 0.6885 + 6.5890f^{h_1}(\bullet) - 2.0106f^{h_2}(\bullet) + a_t$$

dengan

$$\begin{aligned} f^{h_1}(\bullet) = & (1 + \exp(-(0.3764 + 1.7731t + 0.6410D_{1,t(0)} - 0.3109D_{1,t(1)} \\ & + 0.6808D_{2,t(0)} - 0.8119D_{2,t(1)} - 0.1746tD_{2,t} + 0.4629M_{4,t(0)} \\ & + 0.2225M_{4,t(1)} + 0.0215M_{5,t(0)} - 0.0766M_{5,t(1)} - 0.6228M_{6,t(0)} \\ & - 0.0644M_{6,t(1)} - 0.4871M_{7,t(0)} + 0.5443M_{7,t(1)} - 0.3003M_{8,t(0)} \\ & - 0.2619M_{8,t(1)} + 0.7633M_{9,t(0)} - 0.2990M_{9,t(1)} - 0.6021M_{11,t(0)} \\ & + 0.8838M_{11,t(1)} - 1.5082M_{12,t(0)} + 1.8870M_{12,t(1)} \\ & + 0.0582L_{2,t(0)} + 1.2386L_{2,t(1)} - 1.2617L_{3,t(0)} + 0.9765L_{3,t(1)} \\ & - 0.6483L_{4,t(0)} + 1.7307L_{4,t(1)} - 1.5099L_{1,(t-1)(0)} \\ & + 0.9331L_{1,(t-1)(1)} + 0.6185L_{3,(t-1)(0)} + 0.2849L_{3,(t-1)(1)})))^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f^{h_2}(\bullet) = & (1 + \exp(-(0.6828 - 0.9452t - 1.7919D_{1,t(0)} + 1.3941D_{1,t(1)} \\ & - 1.1555D_{2,t(0)} + 0.8832D_{2,t(1)} + 0.6644tD_{2,t} + 0.6366M_{4,t(0)} \\ & - 0.0884M_{4,t(1)} + 0.1865M_{5,t(0)} - 0.5517M_{5,t(1)} + 1.1560M_{6,t(0)} \\ & - 0.1737M_{6,t(1)} + 0.2897M_{7,t(0)} - 0.4148M_{7,t(1)} + 0.0531M_{8,t(0)} \\ & - 0.6700M_{8,t(1)} + 0.7044M_{9,t(0)} + 0.0021M_{9,t(1)} - 0.4855M_{11,t(0)} \\ & - 0.4415M_{11,t(1)} - 0.7257M_{12,t(0)} - 0.5124M_{12,t(1)} \\ & + 0.8178L_{2,t(0)} - 0.3482L_{2,t(1)} - 0.0561L_{3,t(0)} + 0.1515L_{3,t(1)} \\ & + 0.2197L_{4,t(0)} - 0.0442L_{4,t(1)} + 0.5186L_{1,(t-1)(0)} \\ & - 1.0245L_{1,(t-1)(1)} - 0.4541L_{3,(t-1)(0)} - 0.4249L_{3,(t-1)(1)})))^{-1} \end{aligned}$$



**Lampiran 48.** Hasil Pemodelan FFNN *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Utara

Jumlah Neuron di Hidden Layer	RMSE	
	In Sample	Out Sample
1	0.037	0.261
2	0.047	0.244
3	0.035	0.253
4	0.033	0.249
5	0.032	0.300
6	<b>0.030</b>	<b>0.228</b>
7	0.122	0.413
8	0.029	0.271
9	0.028	0.272
10	0.040	0.266

$$Y_{7,t} = -0.2510 + 1.3842f^{h_1}(\bullet) - 1.1328f^{h_2}(\bullet) - 1.0314f^{h_3}(\bullet) - 0.9835f^{h_4}(\bullet) \\ + 0.9591f^{h_5}(\bullet) + 4.0617f^{h_6}(\bullet) + a_t$$

dengan

$$f^{h_1}(\bullet) = (1 + \exp(-(-0.46 + 1.06t - 0.30D_{2,t(0)} + 0.01D_{2,t(1)} + 0.35tD_{1,t} \\ - 0.11M_{1,t(0)} + 0.60M_{1,t(1)} - 0.03L_{1,t(0)} + 0.18L_{1,t(1)} - 0.05L_{2,t(0)} \\ + 0.02L_{2,t(1)} - 0.24L_{4,(t+1)(0)} + 0.84L_{4,(t+1)(1)} + 0.02Y_{7,(t-1)} \\ - 0.14Y_{7,(t-24)} + 0.54I_{t,(0)}^{(97)} - 0.11I_{t,(1)}^{(97)} - 0.09I_{t,(0)}^{(121)} - 0.20I_{t,(1)}^{(121)} \\ - 0.67I_{t,(0)}^{(109)} + 0.57I_{t,(1)}^{(109)} - 0.39I_{t,(0)}^{(116)} + 0.64I_{t,(1)}^{(116)} - 0.25I_{t,(0)}^{(128)} \\ + 0.31I_{t,(1)}^{(128)} - 0.58I_{t,(0)}^{(47)} - 0.53I_{t,(1)}^{(47)} + 0.19I_{t,(0)}^{(61)} - 0.28I_{t,(1)}^{(61)} \\ + 0.12I_{t,(0)}^{(48)} - 0.21I_{t,(1)}^{(48)} - 0.62I_{t,(0)}^{(95)} - 0.12I_{t,(1)}^{(95)} + 0.32I_{t,(0)}^{(115)} \\ + 0.05I_{t,(1)}^{(115)} + 0.15I_{t,(0)}^{(25)} + 0.18I_{t,(1)}^{(25)} - 0.43I_{t,(0)}^{(96)} + 0.24I_{t,(1)}^{(96)} \\ + 0.43I_{t,(0)}^{(37)} + 0.33I_{t,(1)}^{(37)} + 0.26I_{t,(0)}^{(98)} + 0.12I_{t,(1)}^{(98)} + 0.52I_{t,(0)}^{(129)} \\ - 0.39I_{t,(1)}^{(129)} - 0.23I_{t,(0)}^{(31)} - 0.14I_{t,(1)}^{(31)} + 0.11I_{t,(0)}^{(120)} + 0.03I_{t,(1)}^{(120)} \\ - 0.40I_{t,(0)}^{(99)} + 0.16I_{t,(1)}^{(99)} + 0.41I_{t,(0)}^{(103)} + 0.30I_{t,(1)}^{(103)} + 0.11I_{t,(0)}^{(108)} \\ - 0.33I_{t,(1)}^{(108)})))^{-1}$$

$$\begin{aligned}
f^{h_2}(\bullet) = & (1 + \exp(-(-0.12 - 0.35t - 0.24D_{2,t(0)} + 0.45D_{2,t(1)} - 0.005tD_{1,t} \\
& + 0.29M_{1,t(0)} - 0.54M_{1,t(1)} - 0.20L_{1,t(0)} + 0.41L_{1,t(1)} + 0.48L_{2,t(0)} \\
& - 0.26L_{2,t(1)} + 0.86L_{4,(t+1)(0)} - 0.61L_{4,(t+1)(1)} - 0.13Y_{7,(t-1)} \\
& - 0.14Y_{7,(t-24)} - 0.59I_{t,(0)}^{(97)} + 0.14I_{t,(1)}^{(97)} + 0.30I_{t,(0)}^{(121)} + 0.28I_{t,(1)}^{(121)} \\
& - 0.04I_{t,(0)}^{(109)} + 0.11I_{t,(1)}^{(109)} + 0.02I_{t,(0)}^{(116)} + 0.36I_{t,(1)}^{(116)} + 0.37I_{t,(0)}^{(128)} \\
& + 0.19I_{t,(1)}^{(128)} + 0.14I_{t,(0)}^{(47)} - 0.43I_{t,(1)}^{(47)} - 0.11I_{t,(0)}^{(61)} - 0.43I_{t,(1)}^{(61)} \\
& - 0.77I_{t,(0)}^{(48)} - 0.21I_{t,(1)}^{(48)} + 0.37I_{t,(0)}^{(95)} - 0.58I_{t,(1)}^{(95)} + 0.43I_{t,(0)}^{(115)} \\
& + 0.17I_{t,(1)}^{(115)} + 0.04I_{t,(0)}^{(25)} - 0.17I_{t,(1)}^{(25)} + 0.11I_{t,(0)}^{(96)} - 0.35I_{t,(1)}^{(96)} \\
& - 0.57I_{t,(0)}^{(37)} + 0.25I_{t,(1)}^{(37)} - 0.19I_{t,(0)}^{(98)} + 0.59I_{t,(1)}^{(98)} - 0.50I_{t,(0)}^{(129)} \\
& - 0.36I_{t,(1)}^{(129)} - 0.02I_{t,(0)}^{(31)} + 0.34I_{t,(1)}^{(31)} - 0.07I_{t,(0)}^{(120)} + 0.23I_{t,(1)}^{(120)} \\
& + 0.18I_{t,(0)}^{(99)} - 0.56I_{t,(1)}^{(99)} - 0.23I_{t,(0)}^{(103)} + 0.10I_{t,(1)}^{(103)} + 0.003I_{t,(0)}^{(108)} \\
& - 0.34I_{t,(1)}^{(108)}))^{-1}
\end{aligned}$$

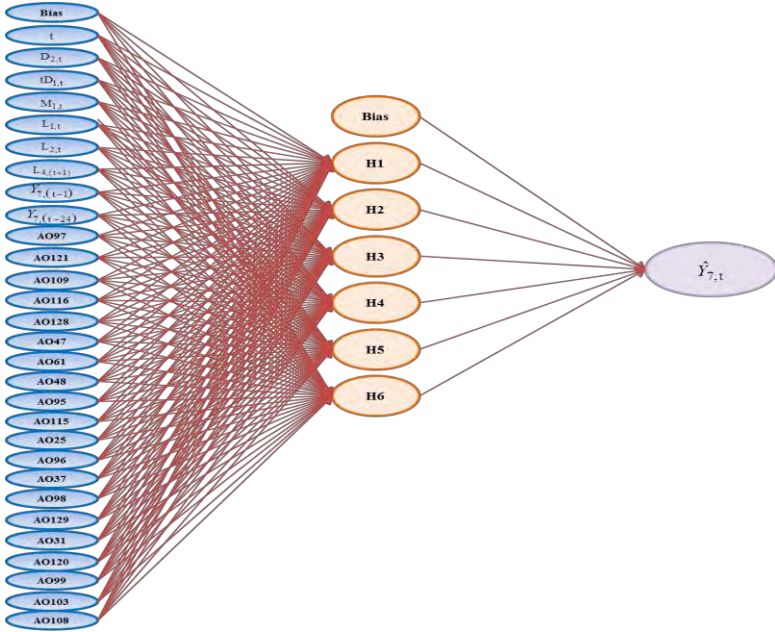
$$\begin{aligned}
f^{h_3}(\bullet) = & (1 + \exp(-(-0.23 + 0.53t - 0.28D_{2,t(0)} + 0.02D_{2,t(1)} - 0.49tD_{1,t} \\
& + 0.34M_{1,t(0)} + 0.06M_{1,t(1)} - 0.19L_{1,t(0)} - 0.64L_{1,t(1)} - 0.05L_{2,t(0)} \\
& + 0.02L_{2,t(1)} - 0.24L_{4,(t+1)(0)} + 0.84L_{4,(t+1)(1)} - 0.35Y_{7,(t-1)} \\
& + 0.33Y_{7,(t-24)} - 0.90I_{t,(0)}^{(97)} + 0.32I_{t,(1)}^{(97)} + 0.42I_{t,(0)}^{(121)} - 0.34I_{t,(1)}^{(121)} \\
& + 0.13I_{t,(0)}^{(109)} - 0.68I_{t,(1)}^{(109)} + 0.32I_{t,(0)}^{(116)} + 0.32I_{t,(1)}^{(116)} + 0.13I_{t,(0)}^{(128)} \\
& - 0.18I_{t,(1)}^{(128)} - 0.06I_{t,(0)}^{(47)} - 0.07I_{t,(1)}^{(47)} - 0.19I_{t,(0)}^{(61)} - 0.04I_{t,(1)}^{(61)} \\
& - 0.37I_{t,(0)}^{(48)} + 0.16I_{t,(1)}^{(48)} + 0.06I_{t,(0)}^{(95)} + 0.23I_{t,(1)}^{(95)} + 0.21I_{t,(0)}^{(115)} \\
& + 0.17I_{t,(1)}^{(115)} - 0.07I_{t,(0)}^{(25)} + 0.58I_{t,(1)}^{(25)} - 0.09I_{t,(0)}^{(96)} + 0.19I_{t,(1)}^{(96)} \\
& + 0.60I_{t,(0)}^{(37)} - 0.28I_{t,(1)}^{(37)} - 0.17I_{t,(0)}^{(98)} + 0.40I_{t,(1)}^{(98)} - 0.30I_{t,(0)}^{(129)} \\
& - 0.20I_{t,(1)}^{(129)} - 0.74I_{t,(0)}^{(31)} - 0.47I_{t,(1)}^{(31)} - 0.58I_{t,(0)}^{(120)} + 0.28I_{t,(1)}^{(120)} \\
& - 0.26I_{t,(0)}^{(99)} - 0.71I_{t,(1)}^{(99)} - 0.26I_{t,(0)}^{(103)} + 0.27I_{t,(1)}^{(103)} + 0.21I_{t,(0)}^{(108)} \\
& - 0.18I_{t,(1)}^{(108)}))^{-1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
f^{h_4}(\bullet) = & (1 + \exp(-(-0.35 - 0.87t - 0.31D_{2,t(0)} + 0.02D_{2,t(1)} + 1.32tD_{1,t} \\
& + 0.19M_{1,t(0)} - 0.03M_{1,t(1)} + 0.34L_{1,t(0)} - 0.06L_{1,t(1)} - 0.24L_{2,t(0)} \\
& - 0.45L_{2,t(1)} - 0.11L_{4,(t+1)(0)} + 0.004L_{4,(t+1)(1)} - 0.64Y_{7,(t-1)} \\
& + 0.32Y_{7,(t-24)} + 0.20I_{t,(0)}^{(97)} - 0.60I_{t,(1)}^{(97)} + 0.15I_{t,(0)}^{(121)} + 0.13I_{t,(1)}^{(121)} \\
& + 0.51I_{t,(0)}^{(109)} - 0.21I_{t,(1)}^{(109)} - 0.02I_{t,(0)}^{(116)} + 0.01I_{t,(1)}^{(116)} - 0.15I_{t,(0)}^{(128)} \\
& + 0.08I_{t,(1)}^{(128)} + 0.41I_{t,(0)}^{(47)} + 0.47I_{t,(1)}^{(47)} - 0.46I_{t,(0)}^{(61)} + 0.13I_{t,(1)}^{(61)} \\
& + 0.39I_{t,(0)}^{(48)} + 0.30I_{t,(1)}^{(48)} + 0.30I_{t,(0)}^{(95)} - 0.20I_{t,(1)}^{(95)} - 0.03I_{t,(0)}^{(115)} \\
& - 0.33I_{t,(1)}^{(115)} - 0.41I_{t,(0)}^{(25)} - 0.38I_{t,(1)}^{(25)} + 0.26I_{t,(0)}^{(96)} - 0.41I_{t,(1)}^{(96)} \\
& + 0.19I_{t,(0)}^{(37)} - 0.16I_{t,(1)}^{(37)} - 0.19I_{t,(0)}^{(98)} + 0.13I_{t,(1)}^{(98)} - 0.29I_{t,(0)}^{(129)} \\
& + 0.19I_{t,(1)}^{(129)} + 0.35I_{t,(0)}^{(31)} - 0.08I_{t,(1)}^{(31)} - 0.59I_{t,(0)}^{(120)} - 0.42I_{t,(1)}^{(120)} \\
& - 0.24I_{t,(0)}^{(99)} + 0.43I_{t,(1)}^{(99)} - 0.57I_{t,(0)}^{(103)} - 0.05I_{t,(1)}^{(103)} - 0.03I_{t,(0)}^{(108)} \\
& - 0.24I_{t,(1)}^{(108)}))^{-1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
f^{h_5}(\bullet) = & (1 + \exp(-(-0.18 + 0.21t + 0.20D_{2,t(0)} - 0.58D_{2,t(1)} + 0.96tD_{1,t} \\
& + 0.36M_{1,t(0)} - 0.19M_{1,t(1)} + 0.29L_{1,t(0)} + 0.27L_{1,t(1)} + 0.21L_{2,t(0)} \\
& - 0.04L_{2,t(1)} - 0.29L_{4,(t+1)(0)} - 0.18L_{4,(t+1)(1)} + 0.06Y_{7,(t-1)} \\
& - 0.30Y_{7,(t-24)} + 0.02I_{t,(0)}^{(97)} - 0.40I_{t,(1)}^{(97)} - 0.74I_{t,(0)}^{(121)} + 0.77I_{t,(1)}^{(121)} \\
& + 0.07I_{t,(0)}^{(109)} - 0.14I_{t,(1)}^{(109)} - 0.67I_{t,(0)}^{(116)} + 0.19I_{t,(1)}^{(116)} - 0.06I_{t,(0)}^{(128)} \\
& - 0.11I_{t,(1)}^{(128)} - 0.16I_{t,(0)}^{(47)} + 0.33I_{t,(1)}^{(47)} + 0.53I_{t,(0)}^{(61)} - 0.11I_{t,(1)}^{(61)} \\
& - 0.49I_{t,(0)}^{(48)} - 0.16I_{t,(1)}^{(48)} - 0.36I_{t,(0)}^{(95)} + 0.23I_{t,(1)}^{(95)} - 0.02I_{t,(0)}^{(115)} \\
& + 0.16I_{t,(1)}^{(115)} + 0.21I_{t,(0)}^{(25)} + 0.17I_{t,(1)}^{(25)} + 0.31I_{t,(0)}^{(96)} + 0.42I_{t,(1)}^{(96)} \\
& + 0.72I_{t,(0)}^{(37)} - 0.52I_{t,(1)}^{(37)} + 0.04I_{t,(0)}^{(98)} + 0.02I_{t,(1)}^{(98)} + 0.20I_{t,(0)}^{(129)} \\
& - 0.74I_{t,(1)}^{(129)} - 0.22I_{t,(0)}^{(31)} + 0.26I_{t,(1)}^{(31)} - 0.02I_{t,(0)}^{(120)} + 0.12I_{t,(1)}^{(120)} \\
& - 0.37I_{t,(0)}^{(99)} - 0.29I_{t,(1)}^{(99)} - 0.29I_{t,(0)}^{(103)} - 0.15I_{t,(1)}^{(103)} + 0.23I_{t,(0)}^{(108)} \\
& - 0.17I_{t,(1)}^{(108)}))^{-1}
\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
f^{h_6}(\bullet) = & (1 + \exp(-(-0.03 + 0.31t + 0.47D_{2,t(0)} - 0.17D_{2,t(1)} - 0.76tD_{1,t} \\
& - 0.74M_{1,t(0)} + 0.47M_{1,t(1)} - 0.68L_{1,t(0)} + 0.12L_{1,t(1)} - 0.52L_{2,t(0)} \\
& + 0.23L_{2,t(1)} - 0.37L_{4,(t+1)(0)} + 0.33L_{4,(t+1)(1)} - 0.15Y_{7,(t-1)} \\
& + 0.16Y_{7,(t-24)} + 1.66I_{t,(0)}^{(97)} - 1.18I_{t,(1)}^{(97)} - 1.19I_{t,(0)}^{(121)} + 0.94I_{t,(1)}^{(121)} \\
& - 0.63I_{t,(0)}^{(109)} + 0.60I_{t,(1)}^{(109)} - 0.90I_{t,(0)}^{(116)} + 0.48I_{t,(1)}^{(116)} - 0.80I_{t,(0)}^{(128)} \\
& + 0.62I_{t,(1)}^{(128)} + 0.39I_{t,(0)}^{(47)} - 0.50I_{t,(1)}^{(47)} - 0.61I_{t,(0)}^{(61)} + 0.29I_{t,(1)}^{(61)} \\
& + 0.52I_{t,(0)}^{(48)} - 0.52I_{t,(1)}^{(48)} + 0.16I_{t,(0)}^{(95)} + 0.53I_{t,(1)}^{(95)} - 0.48I_{t,(0)}^{(115)} \\
& + 0.23I_{t,(1)}^{(115)} + 0.74I_{t,(0)}^{(25)} - 0.47I_{t,(1)}^{(25)} - 0.20I_{t,(0)}^{(96)} + 0.20I_{t,(1)}^{(96)} \\
& - 0.14I_{t,(0)}^{(37)} - 0.72I_{t,(1)}^{(37)} + 0.89I_{t,(0)}^{(98)} - 0.03I_{t,(1)}^{(98)} - 0.26I_{t,(0)}^{(129)} \\
& - 0.24I_{t,(1)}^{(129)} - 0.28I_{t,(0)}^{(31)} + 0.12I_{t,(1)}^{(31)} + 0.44I_{t,(0)}^{(120)} + 0.18I_{t,(1)}^{(120)} \\
& + 0.47I_{t,(0)}^{(99)} - 0.28I_{t,(1)}^{(99)} + 0.05I_{t,(0)}^{(103)} + 0.53I_{t,(1)}^{(103)} + 0.73I_{t,(0)}^{(108)} \\
& - 0.63I_{t,(1)}^{(108)}))^{-1}
\end{aligned}$$



**Lampiran 49.** Hasil Pemodelan FFNN *Outflow* Uang Kartal di Sulawesi Tenggara

Jumlah Neuron di Hidden Layer	RMSE	
	In Sample	Out Sample
1	0.084	0.112
2	0.083	0.113
3	0.069	0.090
4	<b>0.067</b>	<b>0.080</b>
5	0.059	0.123
6	0.058	0.103
7	0.065	0.094
8	0.060	0.085
9	0.060	0.104
10	0.066	0.093

$$Y_{4,t} = 0.9424 - 1.1172f^{h_1}(\bullet) - 2.2181f^{h_2}(\bullet) + 3.1727f^{h_3}(\bullet) + 2.9732f^{h_4}(\bullet) + a_t$$

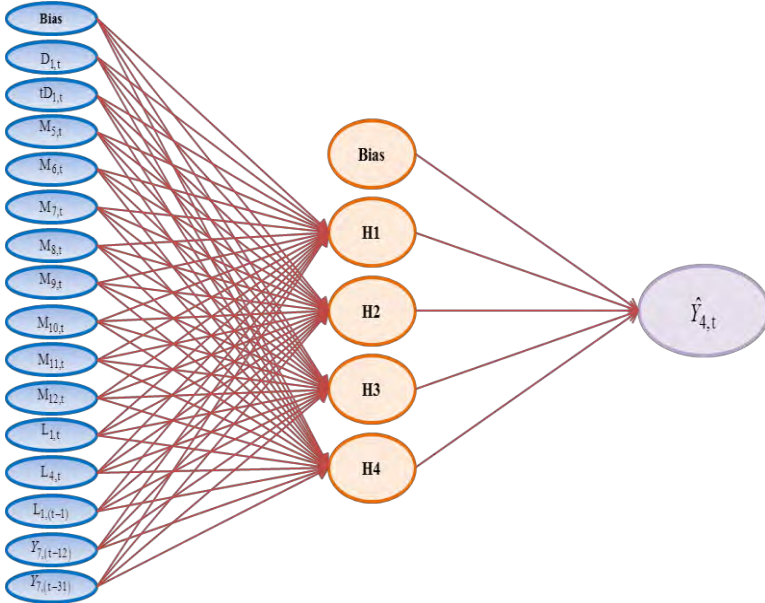
dengan

$$\begin{aligned} f^{h_1}(\bullet) = & (1 + \exp(-(-0.3636 - 0.5058D_{1,t(0)} - 0.2520D_{1,t(1)} - 1.0971tD_{1,t} \\ & + 0.2420M_{5,t(0)} + 0.2181M_{5,t(1)} + 0.7578M_{6,t(0)} - 1.1661M_{6,t(1)} \\ & - 0.4138M_{7,t(0)} - 0.0562M_{7,t(1)} - 0.2406M_{8,t(0)} - 0.1466M_{8,t(1)} \\ & - 0.6780M_{9,t(0)} + 0.4219M_{9,t(1)} - 0.2927M_{10,t(0)} + 0.0520M_{10,t(1)} \\ & + 0.2886M_{11,t(0)} + 0.0937M_{11,t(1)} + 0.6315M_{12,t(0)} - 0.0447M_{12,t(1)} \\ & - 0.6758L_{1,t(0)} + 0.4650L_{1,t(1)} + 0.1188L_{4,t(0)} - 0.3752L_{4,t(1)} \\ & - 0.4940L_{1,(t-1)(0)} + 0.0114L_{1,(t-1)(1)} + 0.1882Y_{4,(t-12)} \\ & + 1.1638Y_{4,(t-31)})))^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f^{h_2}(\bullet) = & (1 + \exp(-(-0.5742 - 1.9212D_{1,t(0)} + 0.9264D_{1,t(1)} - 0.1302tD_{1,t} \\ & + 0.3210M_{5,t(0)} - 0.4524M_{5,t(1)} + 0.6915M_{6,t(0)} - 0.7411M_{6,t(1)} \\ & + 0.0835M_{7,t(0)} - 0.7086M_{7,t(1)} - 0.1652M_{8,t(0)} + 0.5614M_{8,t(1)} \\ & + 0.0066M_{9,t(0)} - 0.2230M_{9,t(1)} + 0.4912M_{10,t(0)} - 1.4795M_{10,t(1)} \\ & + 0.3920M_{11,t(0)} - 1.0981M_{11,t(1)} - 0.0006M_{12,t(0)} - 0.4650M_{12,t(1)} \\ & - 0.9353L_{1,t(0)} + 0.2619L_{1,t(1)} + 0.7056L_{4,t(0)} - 0.9895L_{4,t(1)} \\ & + 0.4196L_{1,(t-1)(0)} - 0.9079L_{1,(t-1)(1)} - 0.8738Y_{4,(t-12)} \\ & - 0.2594Y_{4,(t-31)})))^{-1} \end{aligned}$$

$$f^{h_3}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.1579 + 0.5702D_{1,t(0)} - 0.5208D_{1,t(1)} + 0.6932tD_{1,t} \\ + 0.3524M_{5,t(0)} - 0.0832M_{5,t(1)} - 0.0069M_{6,t(0)} - 0.5239M_{6,t(1)} \\ - 0.3891M_{7,t(0)} + 0.6120M_{7,t(1)} - 1.0067M_{8,t(0)} + 1.2597M_{8,t(1)} \\ - 0.5980M_{9,t(0)} + 0.6319M_{9,t(1)} + 0.3379M_{10,t(0)} - 0.5181M_{10,t(1)} \\ - 0.1601M_{11,t(0)} - 0.2526M_{11,t(1)} - 0.8040M_{12,t(0)} + 1.7131M_{12,t(1)} \\ + 0.5036L_{1,t(0)} - 0.1742L_{1,t(1)} - 1.0786L_{4,t(0)} + 1.1370L_{4,t(1)} \\ - 1.1017L_{1,(t-1)(0)} + 0.8598L_{1,(t-1)(1)} + 0.3836Y_{4,(t-12)} \\ + 0.4558Y_{4,(t-31)})))^{-1}$$

$$f^{h_4}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.2731 + 0.1323D_{1,t(0)} - 0.7717D_{1,t(1)} + 1.6958tD_{1,t} \\ - 0.4888M_{5,t(0)} + 0.3687M_{5,t(1)} + 0.0570M_{6,t(0)} - 0.5632M_{6,t(1)} \\ - 0.6610M_{7,t(0)} - 0.1552M_{7,t(1)} + 0.1751M_{8,t(0)} + 0.2910M_{8,t(1)} \\ - 0.3249M_{9,t(0)} + 0.9740M_{9,t(1)} + 0.1148M_{10,t(0)} - 0.2421M_{10,t(1)} \\ - 0.6522M_{11,t(0)} + 0.6344M_{11,t(1)} - 0.8558M_{12,t(0)} + 0.9105M_{12,t(1)} \\ + 0.2848L_{1,t(0)} - 0.3836L_{1,t(1)} - 0.2902L_{4,t(0)} + 0.0608L_{4,t(1)} \\ - 1.0557L_{1,(t-1)(0)} + 0.9913L_{1,(t-1)(1)} + 0.1228Y_{4,(t-12)} \\ + 0.6743Y_{4,(t-31)})))^{-1}$$



**Lampiran 50.** Hasil Pemodelan FFNN *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Tenggara

Jumlah Neuron di <i>Hidden Layer</i>	RMSE	
	<i>In Sample</i>	<i>Out Sample</i>
1	0.039	0.077
2	0.035	0.083
3	0.031	0.091
4	0.031	0.078
5	<b>0.032</b>	<b>0.059</b>
6	0.032	0.061
7	0.029	0.072
8	0.030	0.075
9	0.030	0.072
10	0.032	0.066

$$Y_{8,t} = -0.0497 + 1.0893f^{h_1}(\bullet) - 0.0757f^{h_2}(\bullet) + 1.1520f^{h_3}(\bullet) - 2.8053f^{h_4}(\bullet) \\ + 4.8047f^{h_5}(\bullet) + a_t$$

dengan

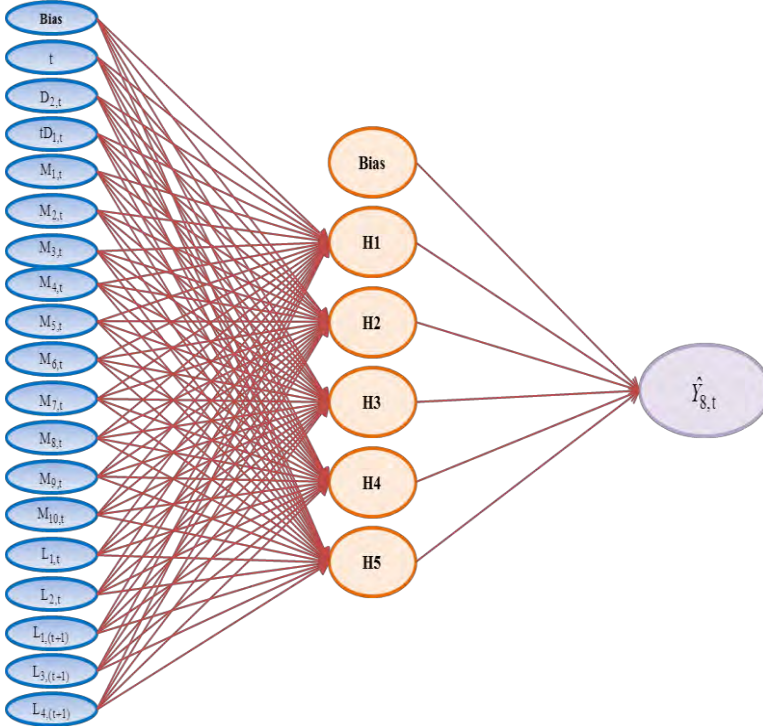
$$f^{h_1}(\bullet) = (1 + \exp(-(0.0160 + 0.3671t + 0.7428D_{2,t(0)} - 0.4933D_{2,t(1)} \\ + 0.5305tD_{1,t} - 0.0185M_{1,t(0)} + 0.3672M_{1,t(1)} - 0.2193M_{2,t(0)} \\ + 0.3234M_{2,t(1)} + 0.2589M_{3,t(0)} - 0.3024M_{3,t(1)} + 0.3950M_{4,t(0)} \\ + 0.2212M_{4,t(1)} - 0.4830M_{5,t(0)} + 0.0588M_{5,t(1)} + 0.0606M_{6,t(0)} \\ - 0.3638M_{6,t(1)} - 0.2426M_{7,t(0)} + 0.8848M_{7,t(1)} + 0.3960M_{8,t(0)} \\ - 0.4516M_{8,t(1)} - 0.3232M_{9,t(0)} + 0.3916M_{9,t(1)} - 0.0075M_{10,t(0)} \\ - 0.3844M_{10,t(1)} - 0.1434L_{1,t(0)} + 0.4370L_{1,t(1)} - 0.0505L_{2,t(0)} \\ - 0.1390L_{2,t(1)} - 0.2490L_{1,(t+1)(0)} + 0.5326L_{1,(t+1)(1)} \\ - 0.3619L_{3,(t+1)(0)} - 0.2473L_{3,(t+1)(1)} - 0.2806L_{4,(t+1)(0)} \\ + 0.3912L_{4,(t+1)(1)})))^{-1}$$

$$\begin{aligned}
f^{h_2}(\bullet) = & (1 + \exp(-(0.3007 - 0.3297t + 0.0003D_{2,t(0)} - 0.2808D_{2,t(1)} \\
& + 0.3384tD_{1,t} + 0.2186M_{1,t(0)} - 0.0911M_{1,t(1)} + 0.4816M_{2,t(0)} \\
& - 0.3003M_{2,t(1)} - 0.0344M_{3,t(0)} + 0.4630M_{3,t(1)} + 0.2487M_{4,t(0)} \\
& - 0.0298M_{4,t(1)} + 0.4087M_{5,t(0)} - 0.0804M_{5,t(1)} + 0.2110M_{6,t(0)} \\
& + 0.1071M_{6,t(1)} - 0.0501M_{7,t(0)} + 0.3804M_{7,t(1)} + 0.2040M_{8,t(0)} \\
& + 0.3341M_{8,t(1)} + 0.3370M_{9,t(0)} - 0.4624M_{9,t(1)} + 0.2118M_{10,t(0)} \\
& - 0.2486M_{10,t(1)} + 0.5252L_{1,t(0)} + 0.4222L_{1,t(1)} + 0.5647L_{2,t(0)} \\
& - 0.2637L_{2,t(1)} - 0.2452L_{1,(t+1)(0)} + 0.1835L_{1,(t+1)(1)} \\
& - 0.1145L_{3,(t+1)(0)} - 0.5448L_{3,(t+1)(1)} - 0.3622L_{4,(t+1)(0)} \\
& - 0.0926L_{4,(t+1)(1)})))^{-1}
\end{aligned}$$

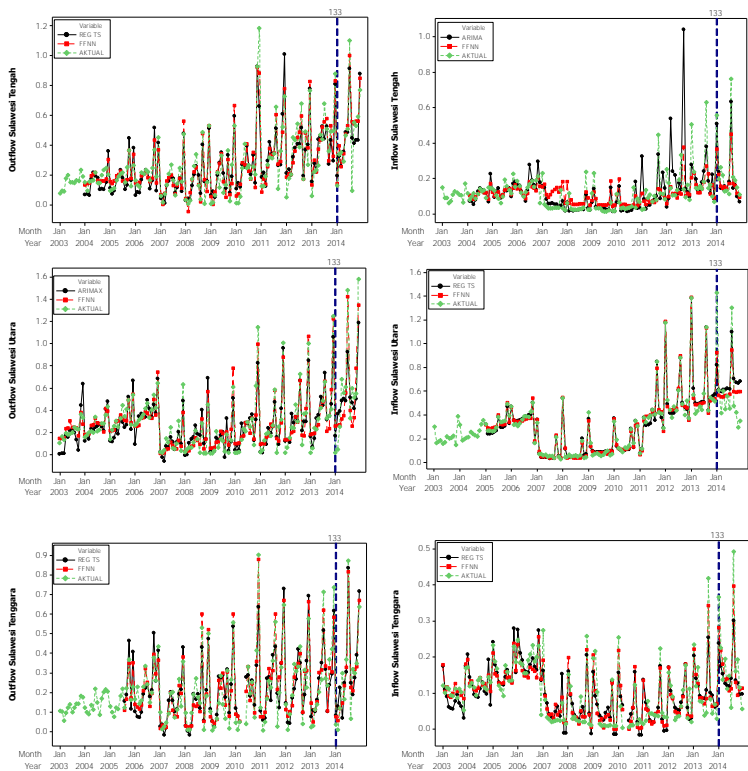
$$\begin{aligned}
f^{h_3}(\bullet) = & (1 + \exp(-(-0.3075 - 1.7627t + 0.9211D_{2,t(0)} - 1.2381D_{2,t(1)} \\
& - 0.5205tD_{1,t} - 0.3782M_{1,t(0)} + 0.0405M_{1,t(1)} - 0.1443M_{2,t(0)} \\
& + 0.6910M_{2,t(1)} + 0.3969M_{3,t(0)} - 0.5238M_{3,t(1)} + 0.0883M_{4,t(0)} \\
& - 0.1137M_{4,t(1)} + 0.0971M_{5,t(0)} - 0.1217M_{5,t(1)} + 0.0585M_{6,t(0)} \\
& - 0.1524M_{6,t(1)} + 0.3146M_{7,t(0)} + 0.6921M_{7,t(1)} + 0.3398M_{8,t(0)} \\
& - 0.1490M_{8,t(1)} + 0.2382M_{9,t(0)} + 0.3664M_{9,t(1)} - 0.2152M_{10,t(0)} \\
& + 0.8233M_{10,t(1)} - 0.1773L_{1,t(0)} + 0.5692L_{1,t(1)} + 0.0324L_{2,t(0)} \\
& - 0.6175L_{2,t(1)} + 0.5366L_{1,(t+1)(0)} + 0.4591L_{1,(t+1)(1)} \\
& - 0.3255L_{3,(t+1)(0)} + 0.5821L_{3,(t+1)(1)} - 0.7551L_{4,(t+1)(0)} \\
& + 0.1026L_{4,(t+1)(1)})))^{-1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
f^{h_4}(\bullet) = & (1 + \exp(-(-0.6591 - 0.9422t - 1.5464D_{2,t(0)} + 0.8537D_{2,t(1)} \\
& + 1.6453tD_{1,t} + 1.3257M_{1,t(0)} - 0.9689M_{1,t(1)} + 0.1087M_{2,t(0)} \\
& - 0.2145M_{2,t(1)} + 0.2793M_{3,t(0)} - 0.6810M_{3,t(1)} + 0.0490M_{4,t(0)} \\
& - 0.2918M_{4,t(1)} - 0.4851M_{5,t(0)} - 0.5144M_{5,t(1)} - 0.0118M_{6,t(0)} \\
& - 0.4877M_{6,t(1)} + 0.1541M_{7,t(0)} - 0.3631M_{7,t(1)} + 0.1217M_{8,t(0)} \\
& - 0.4325M_{8,t(1)} - 0.0833M_{9,t(0)} - 0.3588M_{9,t(1)} - 0.2083M_{10,t(0)} \\
& - 0.4535M_{10,t(1)} + 0.7074L_{1,t(0)} - 1.7234L_{1,t(1)} - 0.4343L_{2,t(0)} \\
& - 0.9500L_{2,t(1)} - 0.2784L_{1,(t+1)(0)} - 0.9485L_{1,(t+1)(1)} \\
& + 0.0640L_{3,(t+1)(0)} - 0.2882L_{3,(t+1)(1)} + 0.7079L_{4,(t+1)(0)} \\
& - 0.9365L_{4,(t+1)(1)})))^{-1}
\end{aligned}$$

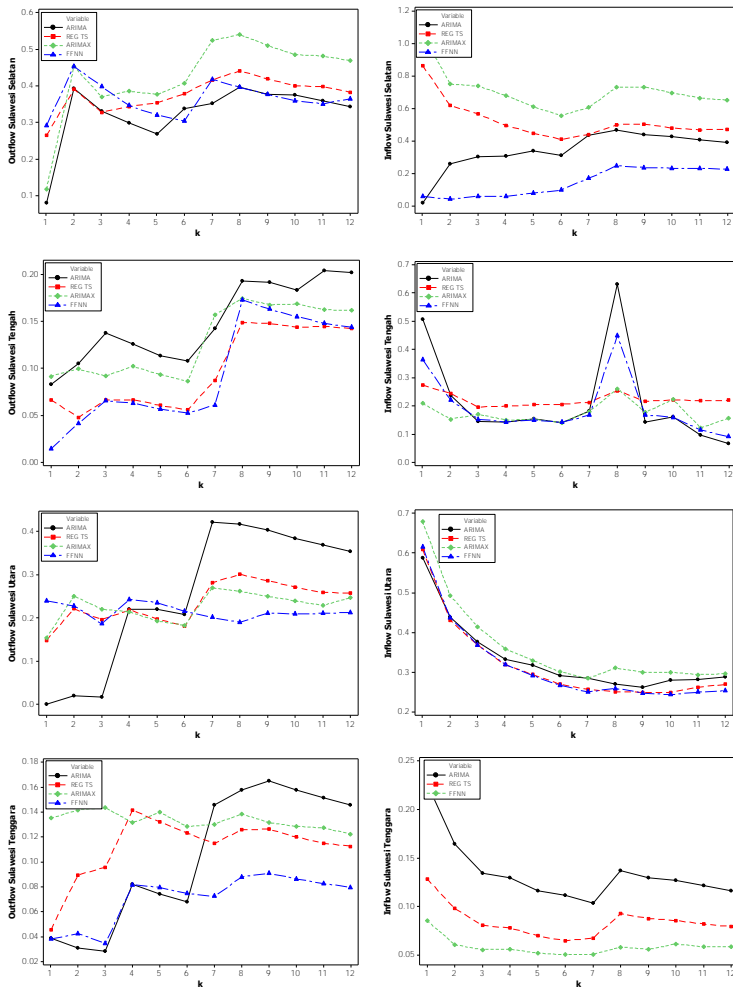
$$\begin{aligned}
 f^{h_5}(\bullet) = & (1 + \exp(-(0.1151 + 2.0182t + 1.8525D_{2,t(0)} - 1.3408D_{2,t(1)} \\
 & - 0.5100tD_{1,t} - 0.7699M_{1,t(0)} + 1.2139M_{1,t(1)} - 0.3124M_{2,t(0)} \\
 & + 1.4093M_{2,t(1)} - 0.3852M_{3,t(0)} + 0.7655M_{3,t(1)} + 0.0567M_{4,t(0)} \\
 & + 0.7932M_{4,t(1)} + 0.2145M_{5,t(0)} + 0.9757M_{5,t(1)} + 0.1600M_{6,t(0)} \\
 & + 0.1677M_{6,t(1)} + 0.0200M_{7,t(0)} - 0.5806M_{7,t(1)} - 0.3429M_{8,t(0)} \\
 & + 0.9782M_{8,t(1)} - 0.0740M_{9,t(0)} - 0.0051M_{9,t(1)} + 0.1195M_{10,t(0)} \\
 & - 0.2985M_{10,t(1)} - 0.8969L_{1,t(0)} + 1.1595L_{1,t(1)} - 0.9086L_{2,t(0)} \\
 & + 1.2423L_{2,t(1)} + 0.5533L_{1,(t+1)(0)} + 0.2531L_{1,(t+1)(1)} \\
 & - 1.0069L_{3,(t+1)(0)} + 1.0882L_{3,(t+1)(1)} - 1.1048L_{4,(t+1)(0)} \\
 & + 0.7569L_{4,(t+1)(1)})))^{-1}
 \end{aligned}$$



**Lampiran 51.** Plot Data Aktual dan hasil Ramalan *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi



## Lampiran 52. RMSE Adaptif *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi

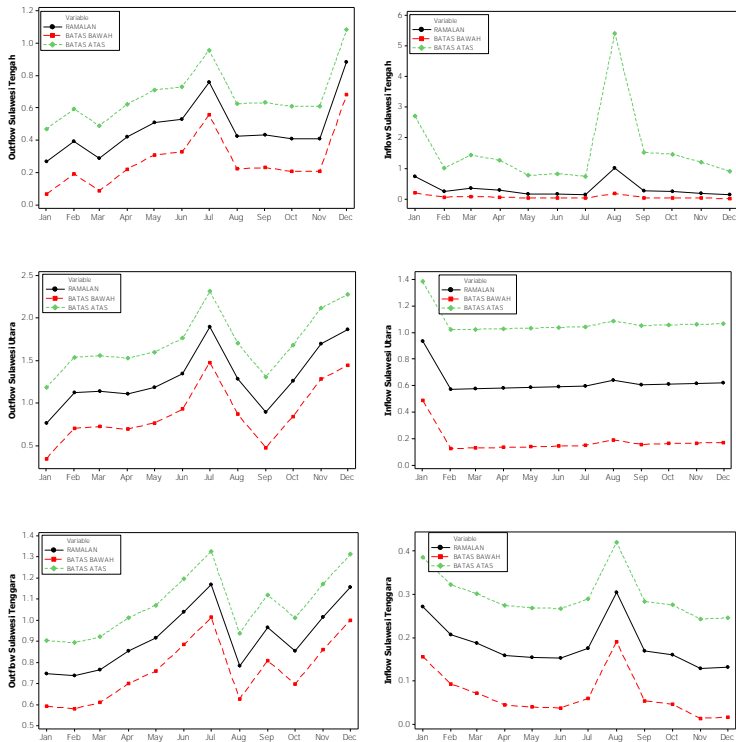




**Lampiran 53.** Hasil Ramalan *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Tahun 2015

<b>Bulan</b>	<b>Sulawesi Tengah</b>		<b>Sulawesi Utara</b>		<b>Sulawesi Tenggara</b>	
	<i>Outflow</i>	<i>Inflow</i>	<i>Outflow</i>	<i>Inflow</i>	<i>Outflow</i>	<i>Inflow</i>
Januari	0.2706	0.7321	0.7647	0.9362	0.7475	0.2714
Februari	0.3919	0.2571	1.1226	0.5738	0.7371	0.2074
Maret	0.2900	0.3467	1.1402	0.5777	0.7658	0.1870
April	0.4221	0.2893	1.1118	0.5821	0.8553	0.1593
Mei	0.5104	0.1672	1.1845	0.5867	0.9151	0.1543
Juni	0.5292	0.1700	1.3468	0.5913	1.0398	0.1524
Juli	0.7566	0.1457	1.8964	0.5975	1.1698	0.1747
Agustus	0.4258	1.0067	1.2875	0.6397	0.7832	0.3051
September	0.4317	0.2705	0.8931	0.6050	0.9647	0.1687
Oktober	0.4084	0.2484	1.2621	0.6108	0.8544	0.1608
Nopember	0.4104	0.1950	1.6998	0.6150	1.0159	0.1283
Desember	0.8820	0.1401	1.8633	0.6193	1.1567	0.1311

## Lampiran 54. Plot Hasil Ramalan *Outflow* dan *Inflow* Uang Kartal di Sulawesi Tahun 2015



## DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong, J.S. (2007). Significance Tests Harm Progress in Forecasting. *International Journal of Forecasting*, 23, 321-327.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Tahun 2014. Berita Resmi Statistik No. 17/02/Th.XVIII*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Bank Indonesia. (2012). *Peraturan Bank Indonesia Nomor 14/7/PBI/2012 tentang Pengelolaan Uang Rupiah. Lembaran Negara RI Tahun 2012, No. 138 DPU*. Bank Indonesia. Jakarta.
- Bank Indonesia. (2015a, Februari 3). *Fungsi Bank Indonesia*. Retrieved from <http://www.bi.go.id/id/tentang-bi/tungsi-bi/status/Contents/Default.aspx>.
- Bank Indonesia. (2015b, Februari 3). *Fungsi Bank Indonesia*. Retrieved from <http://www.bi.go.id/id/tentang-bi/fungsi-bi/tujuan/Contents/Default.aspx>
- Bowerman, B.L. & O'Connel, D. (1993). *Forecasting and Time Series: an Approach*. Third Edition. California: Duxbury Press.
- Cryer, J.D., & Chan, K.S. (2008). *Time Series Analysis with Applications in R*. Second Edition. San Fransisco: Holden Day.
- Daniel, W.W. (2000). *Applied Nonparametric Statistics*. Second Edition. Boston: Duxbury Press.
- Fausett, L. (1994). *Fundamental of Neural Network: Architectures, Algorithm, and Applications*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Haykin, S. (1999). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. Second Edition. Hamilton: Prentice Hall International, Inc.
- Karomah, A. & Suhartono. (2014). Peramalan Netflow Uang Kartal dengan Model Variasi Kalender dan Model

- Autoregressive Distributed Lag (ARDL). *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 3(2), 103-108.
- Kostenko, A.V. & Hyndman, R.J. (2008). Forecasting Without Significance Test? <http://robjhyndman.com/papers/sst2.pdf>
- Kusumadewi, S. (2004). *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATLAB & Excel Link*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Langi, T.M., Masinambow, V. & Siwu, H. (2014). Analisis Pengaruh Suku Bunga BI, Jumlah Uang Beredar, dan Tingkat Kurs terhadap Tingkat Inflasi di Indonesia. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 14(2), 44-58.
- Lee, C.F., Lee, J.C. & Lee, A.C. (2013). *Statistics for Business and Financial Economics*. Third Edition. New Jersey: Springer.
- Lee, M. H., Suhartono, dan N. A. Hamzah. (2010). Calender Variation Model Based on ARIMAX for Forecasting Sales Data with Ramadhan Effect. In *Proceedings of the Regional Conference on Statitital Sciences*, 349-361.
- Machmudin, A. & Ulama, B.S.S. (2012). Peramalan Temperatur Udara di Kota Surabaya dengan Menggunakan ARIMA dan Artificial Neural Network. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1), 118-123.
- Makridakis, S. & Hibon, M. (2000). The M3-Competition: Result, Conclusion and Implications. *International Journal of Forecasting*, 16, 451-476.
- Makridakis, S. & Wheelwright, S.C. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Edisi Ke-2. Diterjemahkan Oleh: Hari Suminto. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Sebri, M. (2013). ANN Versus SARIMA Models in Forecasting Residential Water Consumption in Tunisia. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 3(3), 330-340.

- Siang, J.J. (2015). *Aplikasi Jaringan Syraf Tiruan dan Pemrograman Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Sugiarto, Kelana, S., Herlambang T., Sudjana, R., & Brastoro. (2000). *Ekonomi Mikro, Suatu Pendekatan Praktis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Suhartono dan Subanar, S.G. (2005). A Comparative Study of Forecasting Models For Trend and Seasonal Time Series: Does Complex Model Always Yield Better Forecast Than Simple Models. *Jurnal Teknik Industri*, 7(1), 22-30.
- Suhartono. (2008). *Analisis Data Statistik dengan R*. Surabaya: Lab Statistik Komputasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Suhartono, Lee, M.H, & Hamzah, N.A. (2010). Calendar Variation Model Based on ARIMAX for Forecasting Sales Data with Ramadhan Effect. *Proceedings of the Regional Conference on Statistical Sciences*, 349-361.
- Suhartono dan Lee, M. H. (2011). Forecasting of tourist arrivals using subset, multiplicative or additive seasonal Arima Model. *Matematika*, 27(2), 169-182.
- Sukirno, S. (2005). *Mikro Ekonomi, Teori Pengantar*. Edisi Ke-3. Jakarta: Rajawali Pers.
- Terasvirta, T., Lin, C.F., Granger, C.W.J. (1993). Power of The Neural Network Linearity Test. *Journal of Time Series Analysis*, 14(2), 209-220.
- Ulumiyah, L. (2012). *Estimasi Jumlah Uang Beredar Di Indonesia dengan Pendekatan Adaptive Neuro Fuzzy Periode 2001-2012*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis, Univariate, and Multivariate Methods*. Canada: Addison Wesley Publishing Company.
- Wijiyanto, A.N., Kusri, D.E., & Irhamah. (2012). Peramalan Nilai Kontrak Konstruksi PT 'X' dengan Menggunakan Pendekatan Regresi Time Series dan ANFIS. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1), 201-206.

- Wulansari, R.E., & Suhartono. (2014). Peramalan Netflow Uang Kartal dengan Metode ARIMAX dan Radial Basis Function Network (Studi Kasus di Bank Indonesia). *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 3(2), 73-78.

## BIODATA PENULIS



Aulia Masyitha, seorang perempuan yang dilahirkan di Sidoarjo 22 Juli 1993, merupakan putri pertama dari pasangan yang bernama Harioko dan Hanim Wijayati. Berawal dari pendidikan formal yang ditempuhnya di TK Aisyah Boro, SDN Kludan Tanggulangin, SMPN 1 Sidoarjo, SMAN 1 Sidoarjo hingga diterima S1 Statistika FMIPA ITS pada tahun 2011 melalui jalur SNMPTN tulis yang terdaftar dengan NRP. 1311100085. Selama duduk di bangku kuliah, penulis aktif di Divisi *Professional Statistics* (PSt) Himpunan Mahasiswa Statistika ITS sejak tahun 2012 hingga 2014 dengan jabatan terakhir sebagai Ketua Divisi. Nonton film, *travelling*, kuliner, serta membaca buku merupakan kebiasaan yang sering dilakukan untuk menyelingi perkuliahan. Pengalaman penulis yang lain semasa kuliah yaitu kerja praktek di Kantor Pusat Bank Indonesia Jakarta pada Divisi Statistik Sektor Riil, serta menjadi surveyor beberapa perusahaan. Apabila ada kritik, saran maupun pertanyaan yang ingin ditujukan ke penulis dapat disampaikan melalui email [aulia.masyitha2277@gmail.com](mailto:aulia.masyitha2277@gmail.com), +6285731576057. “Kerjakan semuanya dengan ikhlas, selalu tersenyum, dan selalu bersyukur maka hidup akan berjalan lebih indah”.